

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Heterogeneidade Espacial e Variação Temporal do Microclima e seus  
Efeitos sobre a Ocorrência de Três Espécies de Marsupiais  
na Mata Atlântica

Paula Aprigliano

2003

Universidade Federal do Rio de Janeiro

MN/UFRJ

Heterogeneidade Espacial e Variação Temporal do Microclima e seus Efeitos sobre a  
Ocorrência de Três Espécies de Marsupiais na Mata Atlântica

Paula Aprigliano

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-graduação em  
Ciências Biológicas (Zoologia),  
Museu Nacional, da Universidade  
Federal do Rio de Janeiro, como parte  
dos requisitos necessários à obtenção  
do título de Mestre em Ciências  
Biológicas (Zoologia).

Orientador: Rui Cerqueira

Rio de Janeiro  
Outubro de 2003

Heterogeneidade Espacial e Variação Temporal do Microclima e seus Efeitos sobre a  
Ocorrência de Três Espécies de Marsupiais na Mata Atlântica

Paula Aprigliano

Rui Cerqueira

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Aprovada por:

---

Presidente, Prof. Rui Cerqueira  
(orientador)

---

Prof(a). Helena Bergallo

---

Prof. João Alves de Oliveira

---

Prof. Ronaldo Fernandes  
(suplente)

Rio de Janeiro  
Outubro/2003

Aprigliano, Paula

Heterogeneidade Espacial e Variação temporal do Microclima e seus Efeitos sobre a Ocorrência de Três Espécies de Marsupiais na Mata Atlântica/ Paula Aprigliano. Rio de Janeiro: UFRJ, MN, 2003.

xiv, 121f.:il.

Orientador: Rui Cerqueira

Dissertação (mestrado) – UFRJ, MN, PPGZOO, 2003.

Referências Bibliográficas: f. 16-18, 45-47, 81-83, 119-121.

1. Método. 2. Microclima. 3. Preferência das Espécies. 1. Cerqueira, Rui. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Programa de Pós-graduação em Zoologia. III. Título.

*À minha mãe e meu pai  
que me fazem sempre um pouco mais feliz e mais capaz.*

## Agradecimentos

Ao Prof. Rui Cerqueira pela orientação e pela confiança, não só nessa dissertação mas desde que ingressei no Laboratório de Vertebrados, há seis anos.

À Simone Rodrigues Freitas, pela grande e sincera amizade, pelas correções e sugestões, mas também pela constante troca de conhecimentos e idéias, colaborando de forma inestimável desde o início da minha formação como bióloga.

À Cristiane Souza que me cedeu os dados de microhabitat utilizados nesse estudo.

À Joana Macedo que me cedeu os dados de captura dos pequenos mamíferos e colaborou com informações sobre a reprodução das espécies estudadas.

Ao Leonardo pelas diversas ajudas durante a elaboração dessa dissertação e por dar continuidade ao estudo do microclima, mantendo o trabalho em campo e a organização dos dados coletados.

Ao Diogo Loretto que me forneceu informações sobre os hábitos de deslocamento e tipos de abrigo dos pequenos mamíferos discutidos nessa dissertação.

À Márcia Santiago que me forneceu informações sobre a estrutura da vegetação na área de estudo.

Ao Gabriel Fernandes, meu primo e amigo, que fez as lindas ilustrações e desenhos do projeto da estação microclimática que compõem esse trabalho.

Aos professores Marcus Vinícius Vieira e Carlos Eduardo Grelle que sempre estiveram disponíveis dando opiniões e sugestões durante o desenvolvimento do trabalho.

À Ângela e ao Nélcio pelo apoio burocrático e logístico no laboratório.

À Simone, Cristiane e Márcia que junto comigo formam a mais duradoura “equipe de habitat”, passando juntas por diversos momentos “dolorosos” no trabalho de campo e dividindo sempre muita alegria e amizade.

Aos meus queridos amigos, Vanina, Ana Cláudia, Maycon, Diogo e Joana, um agradecimento especial pelo gigantesco número de vezes que atenderam meus telefonemas e e-mails sempre que precisei de ajuda por estar longe do Fundão, no trabalho ou em casa, facilitando muito a minha rotina. Podem contar comigo sempre.

À todos que participaram dessas muitas gerações do trabalho de campo no Garrafão, onde estive presente por quase cinco anos, pela alegria, companheirismo e inúmeras amizades que se consolidaram em todas essas excursões. É uma parte da minha vida que muda e muitas histórias para contar que ficam. Entre muitos e muitos nomes agradeço especialmente a alguns que colaboraram mais de perto com essa dissertação: Ana Claudia, Diogo, Cristiane, Fabio, Gisele, Joana, Leonardo, Máira, Márcia, Maycon, Sylvia e Vanina. Todos vocês têm um lugar especial no meu coração e a minha mais sincera amizade.

Aos meus colegas e amigos da Habtec, onde trabalho há um ano e meio, pela disposição em facilitar sempre a minha rotina de trabalho, me dando apoio e ânimo, para que eu pudesse terminar o quanto antes essa dissertação. Em especial ao Dr. Guaraci, Dr. Ricardo, Karen, Viviane e Paulo, muito obrigado por tudo e mais um pouco.

Aos muitos amigos biólogos que estão crescendo junto comigo desde a graduação (Bio 96-1), não poderia deixar de agradecer a amizade de vocês, que fazem parte da minha vida e sempre estiveram presentes, cada um ao seu jeito, especialmente: Marco Aurélio, Elielton, Viviane, Gustavo, Déborah, Manuel Gustavo, Rafaela, Leo e Carla.

Aos muitos amigos não biólogos que estiveram sempre por perto, mesmo na fase em que eu estava escrevendo essa dissertação e dizendo não para quase todos os programas, que agüentaram minhas mudanças de humor, que ouviram minhas reclamações pacientemente, que me procuraram sempre só pra saber como eu estava. Um obrigado especial pela amizade para Adriana, Cristiano e Bruno.

À Maja Kajin e Vitor Rademaker pelas fotos de algumas espécies de marsupiais.

O trabalho desta dissertação foi feito com auxílios do CNPq, FUJB, PROBIO/MMA/GEF e PRONEX.

## Sumário

RESUMO GERAL	1
GENERAL ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
ÁREA DE ESTUDO	6
<u>Localização</u>	6
<u>Descrição</u>	6
<u>Macroclima</u>	11
DELINEAMENTO DO ESTUDO	13
CONCLUSÕES GERAIS	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
CAPÍTULO 1 – Definição do método de avaliação da heterogeneidade microclimática em uma área de Mata Atlântica com tamanho pré- definido	19
RESUMO	20
ABSTRACT	21
1.1. INTRODUÇÃO	22
1.2. MATERIAIS & MÉTODOS	25
1.2.1. <u>Instrumento de Medição</u>	25
1.2.2. <u>As Estações Microclimáticas</u>	26
1.2.3. <u>Coleta de Dados</u>	31
1.2.4. <u>Análise dos Dados</u>	32
1.3. RESULTADOS	33
1.4. DISCUSSÃO	41
1.5. CONCLUSÕES	44
1.5.1. <u>Sobre o número mínimo de estações para 0,64 hectares de floresta             Atlântica</u>	44



1.5.2. <u>Sobre o projeto da estação microclimatológica</u>	45
1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
CAPÍTULO 2 – Caracterização da heterogeneidade espacial e variação temporal do microclima e microhabitat de uma área de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro	48
RESUMO	49
ABSTRACT	50
2.1. INTRODUÇÃO	51
2.2. MATERIAIS & MÉTODOS	53
2.2.1. <u>Microclima</u>	54
2.2.2. <u>Microhabitat</u>	55
2.2.3. <u>Análise dos Dados</u>	56
2.3. RESULTADOS	58
2.3.1. <u>Heterogeneidade Espacial</u>	58
2.3.2. <u>Variação Temporal</u>	63
2.4. DISCUSSÃO	72
2.4.1. <u>Heterogeneidade Espacial</u>	72
2.4.2. <u>Variação Temporal</u>	77
2.5. CONCLUSÕES	80
2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXO 2.1. Mapas de contorno do microclima na área de estudo	84
ANEXO 2.2. Gráficos da flutuação diária de temperatura, umidade e luminosidade nos períodos de chuva e seca na área de estudo.	89

CAPÍTULO 3 – Preferência de habitat de três espécies de pequenos mamíferos numa área de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro	98
RESUMO	99
ABSTRACT	100
3.1. INTRODUÇÃO	101
3.2. MATERIAIS & MÉTODOS	104
3.2.1. <u>Breve Descrição das Características de Microclima e Microhabitat nas Grades da Área de Estudo</u>	104
3.2.2. <u>Variáveis do Microclima e Microhabitat</u>	105
3.2.3. <u>Análise dos Dados</u>	106
3.3. RESULTADOS	109
3.4. DISCUSSÃO	115
3.5. CONCLUSÕES	118
3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

## Lista de Ilustrações

Lista de Figuras	
Figura I. Visão geral da área de estudo, mostrando alguns morros que compõem a Serra dos Órgãos, como o morro do Escalavrado (E), parte da BR116 (BR) e a localização aproximada das grades A B e C (círculos de cima para baixo). Fotografia aérea (1:20000, feita em Janeiro de 1996). (Fonte: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro - CIDE)	7
Figura II. Mapa esquemático da área de estudo, sendo que as linhas correspondem à distância real entre as grades e a autocstrada. (Fonte: Freitas, 1998)	8
Figura III. Mapa esquemático da grade A da área de estudo. (Fonte Freitas, 1998)	10
Figura IV. Mapa esquemático da grade B da área de estudo. (Fonte Freitas, 1998)	10
Figura V. Mapa esquemático da grade C da área de estudo. (Fonte Freitas, 1998)	11
Figura 1.1. <i>HOBO (H8 family) data logger</i> .	26
Figura 1.2. Estação microclimática sobre o suporte de ferro.	27
Figura 1.3. Projeto da estação microclimática com suas visões posterior, frontal e lateral (acima), e conjunto da estação, apoio interno para o registrador automático e suporte de ferro (abaixo).	28
Figura 1.4. Projeto do apoio interno para o registrador automático, sobre a base da estação.	29
Figura 1.5. Projeto do suporte de ferro.	29
Figura 2.1. Esquema da área de amostragem da vegetação (acima) e da tela de madeira usada para medição das variáveis de microhabitat (abaixo).	56
Figura 2.2. Mapa de contorno da temperatura média na Grade A em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	84
Figura 2.3. Mapa de contorno da temperatura média na Grade B em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	84
Figura 2.4. Mapa de contorno da temperatura média na Grade C em Junho de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	85
Figura 2.5. Mapa de contorno da umidade relativa média na Grade A em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	85
Figura 2.6. Mapa de contorno da umidade relativa média na Grade B em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	86
Figura 2.7. Mapa de contorno da umidade relativa média na Grade C em Junho de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	86
Figura 2.8. Mapa de contorno da luminosidade média na Grade A em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	87
Figura 2.9. Mapa de contorno da luminosidade média na Grade B em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	87
Figura 2.10. Mapa de contorno da luminosidade média na Grade C em Junho de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).	88

Figura 2.11. Histogramas mostrando a variação temporal (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) das variáveis microclimáticas nas três grades da área de estudo. As barras do histograma representam a média dos nove pontos medidos em cada grade, e a linha preta é o intervalo de confiança (95%) calculado a partir do desvio padrão de cada amostra de pontos.	69
Figura 2.12. Histogramas mostrando a variação temporal (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) das variáveis de microhabitat nas três grades da área de estudo. As barras do histograma representam a média dos nove pontos medidos em cada grade, e a linha preta é o intervalo de confiança (95%) calculado a partir do desvio padrão de cada amostra de pontos.	71
Figura 3.1. Fotos das três espécies de pequenos mamíferos estudadas.	110
Figura 3.2. Flutuação das populações pelo MNKA, das três espécies de pequenos mamíferos nas grades A, B e C durante o período de estudo.	114
<b>Lista de Tabelas</b>	
Tabela 1.1. Número de estações e seus respectivos coeficientes de variação para as variáveis temperatura, umidade relativa e luminosidade nas duas coletas da grade A.	33
Tabela 1.2. Número de estações e seus respectivos coeficientes de variação para as variáveis temperatura, umidade relativa e luminosidade nas duas coletas da grade B.	35
Tabela 1.3. Número de estações e seus respectivos coeficientes de variação para as variáveis temperatura, umidade relativa e luminosidade nas duas coletas da grade C.	38
Tabela 2.1. Comparação das grades usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através da análise de Kruskal-Wallis.	59
Tabela 2.2. Comparação par-a-par das grades usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney <i>a posteriori</i> .	59
Tabela 2.3. Frequência em classes de extinção de luz para as três grades da área de estudo nas duas coletas (2001 e 2002).	61
Tabela 2.4. Variação temporal das variáveis microclimáticas e de microhabitat, através da análise de Kruskal-Wallis, entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) para as três grades.	63
Tabela 2.5. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney <i>a posteriori</i> para a grade A.	64
Tabela 2.6. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney <i>a posteriori</i> para a grade B.	65
Tabela 2.7. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney <i>a posteriori</i> para a grade C.	66
Tabela 3.1. Variáveis de habitat utilizadas para o cálculo dos modelos de preferência das espécies.	106
Tabela 3.2. Modelos de preferência de habitat das três espécies de marsupiais obtidos na regressão logística das variáveis microclimáticas e de microhabitat.	110

Tabela 3.3. Modelo de preferência de habitat de <i>D. aurita</i> e <i>M. nudicaudatus</i> quando retirado um mês de coleta de dados.	112
Tabela 3.4. Teste do modelo de preferência de habitat de <i>D. aurita</i> e <i>M. nudicaudatus</i> . teste Chi-quadrado para cada categoria de frequência.	112
<b>Lista de Gráficos</b>	
Gráfico I. Precipitação mensal na região da área de estudo durante o período de um ano. (Fonte: INMET, Teresópolis)	12
Gráfico 1.1. Variação da temperatura com duas até 25 estações em duas coletas na grade A.	34
Gráfico 1.2. Variação da umidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade A.	34
Gráfico 1.3. Variação da luminosidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade A.	35
Gráfico 1.4. Variação da temperatura com duas até 25 estações em duas coletas na grade B.	36
Gráfico 1.5. Variação da umidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade B.	37
Gráfico 1.6. Variação da luminosidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade B.	37
Gráfico 1.7. Variação da temperatura com duas até 25 estações em duas coletas na grade C.	39
Gráfico 1.8. Variação da umidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade C.	39
Gráfico 1.9. Variação da luminosidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade C.	39
Gráfico 1.10. Extinção de luz nas três grades (A,B e C), em seus 25 pontos em 2001.	40
Gráfico 1.11. Extinção de luz nas três grades (A,B e C), em seus 25 pontos em 2002.	40
Gráfico 2.1. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade A no período de chuva (Dezembro de 2001)	89
Gráfico 2.2. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade B no período de chuva (Dezembro de 2001).	89
Gráfico 2.3. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade C no período de chuva (Dezembro de 2001)	90
Gráfico 2.4. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade A no período de chuva (Dezembro de 2001).	90
Gráfico 2.5. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade B no período de chuva (Dezembro de 2001).	91
Gráfico 2.6. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade C no período de chuva (Dezembro de 2001).	91
Gráfico 2.7. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade A no período de chuva (Dezembro de 2001).	92
Gráfico 2.8. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade B no período de chuva (Dezembro de 2001).	92

Gráfico 2.9. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade C no período de chuva (Dezembro de 2001).	93
Gráfico 2.10. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade A no período de seca (Agosto de 2002).	93
Gráfico 2.11. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade B no período de seca (Agosto de 2002).	94
Gráfico 2.12. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade C no período de seca (Agosto de 2002).	94
Gráfico 2.13. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade A no período de seca (Agosto de 2002).	95
Gráfico 2.14. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade B no período de seca (Agosto de 2002).	95
Gráfico 2.15. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade C no período de seca (Agosto de 2002).	96
Gráfico 2.16. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade A no período de seca (Agosto de 2002).	96
Gráfico 2.17. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade B no período de seca (Agosto de 2002).	97
Gráfico 2.18. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade C no período de seca (Agosto de 2002).	97

## RESUMO GERAL

Heterogeneidade Espacial e Variação Temporal do Microclima e seus Efeitos sobre a Ocorrência de Três Espécies de Marsupiais na Mata Atlântica.

Paula Aprigliano

Orientador: Rui Cerqueira

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

A heterogeneidade espacial e a variação temporal das características bióticas e abióticas do ambiente influenciam a distribuição de diversas espécies animais. Portanto, as interações entre as condições climáticas e a estrutura do ambiente são importantes em qualquer estudo que busque avaliar a dinâmica e os processos ecológicos de uma região. O objetivo desse estudo é avaliar as variações espacial e temporal do microclima, seus efeitos sobre o microhabitat e conseqüentemente sobre a dinâmica das populações de pequenos mamíferos, numa área de Mata Atlântica. Foi também proposto um método de avaliação da heterogeneidade microclimática nesse tipo de floresta tropical. Para medir as variáveis de microclima (temperatura, umidade e luminosidade), foram usados registradores automáticos, ou seja, aparelhos de leitura programada de parâmetros climáticos. Para caracterizar o microhabitat foram medidas oito variáveis propostas em Freitas *et al.* (2002). O método desenvolvido e testado é eficiente no estudo do ambiente de pequenos mamíferos que vivem nessa camada de ar junto ao solo. Os resultados mostram diferenças espaciais e temporais das variáveis estudadas, onde a variação espacial do microclima pôde ser atribuída às diferenças de altitude e estruturais locais, e, sua variação temporal afeta a dinâmica do microhabitat. Foram encontrados modelos de preferência de microhabitat para os marsupiais *Didelphis aurita* (generalista com boa capacidade de manutenção local) e *Metachirus nudicaudatus* (sub-bosque desenvolvido e menor capacidade de manutenção local), enquanto *Marmosops incanus* apresentou correlação com o microclima, ocorrendo com populações maiores nos locais mais altos da área de estudo, com temperaturas mais amenas e maior umidade relativa.

Palavras-chave: microclima, microhabitat, preferência de habitat, pequenos mamíferos.

Rio de Janeiro

Outubro/2003

## General Abstract

Microclimatic Spatial Heterogeneity and Temporal Variation and its Effects over the Occurrence of Three Species of Marsupials in Mata Atlântica.

Paula Aprigliano

Orientador: Rui Cerqueira

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

The spacial heterogeneity and the temporal variation of the biotics and abiotics characteristics of the environment influence the distribution of animal species. Therefore, the interactions between the climatic conditions and the structure of the environment are important in any study that evaluate the dynamics and the ecological processes of a region. The aim of this study is to evaluate the space and time variations of the microclimate, its effect on the microhabitat and consequently on the dynamics of the populations of small mammals, in an area of Atlantic Forest. Also a method of evaluation of the microclimate variables (temperature, humidity and luminosity) was developed, where were used data loggers, a programmed reading equipment of climatic parameters. To characterize the microhabitat were measured eight variables proposed in Freitas *et al.* (2002). The developed and tested method is efficient in the study of environment of small mammals that live in this layer of air near the ground. The results show spacial and temporal differences of the studied variables, where the spacial variatuon of the microclimate could be attributed to the differences of altitude and in the local structural, and, its temporal variation affects the dynamics of the microhabitat. Models of habitat preference were found for the marsupials *Didelphis aurita* (generalist with good capacity of local maintenance) and *Metachirus nudicaudatus* (developed understory and lesser capacity of local maintenance), while *Marmosops incanus* presented correlation with the microclimate, occurring with bigger populations in the highest places of the study area, with lower temperatures and higher relative humidity.

Key-words: microclimate, microhabitat, habitat preference, small mammals.

Rio de Janeiro

October/2003



## Introdução Geral

A heterogeneidade espacial e a variação temporal das características bióticas e abióticas do ambiente influenciam a distribuição de diversas espécies animais, e, a interação entre esses dois fatores já vem sendo discutida há muito tempo (ELTON, 1927; HUTCHINSON, 1957; WHITTAKER *et al.* 1973).

A variação temporal e espacial das condições físicas ou abióticas, na grande maioria dos casos, é determinante da capacidade de manutenção das populações. O clima é o principal fator físico do ambiente e seus elementos são relacionados de formas bastante complexas, afetando o funcionamento dos ecossistemas (PIANKA, 1994; ZHENG *et al.*, 2000).

As mudanças do mundo físico obtêm respostas na comunidade vegetal que são refletidas na estrutura espacial da vegetação (BELL & LECHOWICZ, 1994) e, conseqüentemente, no uso do habitat pelos animais. Portanto, a interação entre as condições climáticas e a estrutura do ambiente são importantes em qualquer estudo que busque avaliar a dinâmica e os processos ecológicos de uma determinada região (CHEN *et al.*, 1999).

As variações de abundância das espécies em cada tipo de habitat indicam sua distribuição, e os fatores determinantes da seleção desse habitat podem se mostrar em diversas escalas (MORRIS, 1987). Independentemente da escala de estudo o objetivo será encontrar padrões ou gradientes de variação que indiquem quais características do ambiente explicam a presença ou não de uma determinada espécie. Em alguns casos a distribuição local e a seleção de microhabitat podem, principalmente para os fatores abióticos, refletir padrões de escalas maiores do ambiente (ROOT & SCHNEIDER, 1995).

O estudo das variáveis climáticas pode ser feito em duas escalas principais: macroclima e microclima. O macroclima reflete as variações de seus elementos na escala geográfica e o microclima na escala local. O clima é medido pelas estações meteorológicas com sensores que ficam, convencionalmente, a 2m acima do solo, minimizando influências acidentais locais de variações de tipos de solo e de cobertura vegetal. A camada de ar inferior a essa altura possui condições diversas de temperatura, umidade e luminosidade entre outras diferenças (GEIGER, 1966). Portanto, o clima medido junto ao solo, ou microclima pode ser uma caracterização mais precisa do ambiente de diversos animais, entre eles muitos pequenos mamíferos.

Os primeiros trabalhos que trataram de aspectos microclimáticos em florestas tropicais do Brasil foram os de Mclean (1919) e Ashton (1958) que discutiam as variações de temperatura, umidade e intensidade de luz em camadas junto ao solo. Posteriormente, Dau (1960) e Cerqueira (2000) estudaram o microclima em restingas da região sudeste, e, Aragão (1961) fez trabalhos em diversas regiões do país. Atualmente, vem aumentando o número de publicações sobre o microclima em zonas tropicais, mas, excetuando-se os trabalhos aqui citados, não se conhecem estudos no Brasil.

Outros trabalhos mais recentes vêm associando a estrutura do habitat e seus gradientes climáticos como, por exemplo, estudos do efeito de borda em fragmentos de mata a partir das avaliações de microhabitat e microclima (STEVENS & HUSBAND, 1998; NEWMARK, 2001) ou sobre como fatores microclimáticos determinam a distribuição dos ninhos de algumas espécies de aves nos diferentes microhabitats (MARTIN, 2001). Outros autores tratam da influência do microclima na escolha de abrigos ou tocas em diversas espécies de mamíferos e aves (CORTES *et al.*, 2000; BAUDINETTE *et al.*, 2000; SANDEL *et al.*, 2001; KERTH *et al.*, 2001; MCCAFFERTY *et al.*, 2001).

Este trabalho foi realizado em uma área de estudo de longo prazo que tem sido acompanhada desde 1997, onde já foram obtidos diversos resultados sobre a comunidade de pequenos mamíferos (roedores e marsupiais) da região. Entre muitos desses trabalhos está uma avaliação da variação espacial e temporal do habitat<sup>\*</sup>. Observou-se um gradiente de microhabitat entre as áreas de amostragem caracterizando a variação espacial, o que foi atribuído a diferenças de altitude; e uma variação temporal dessas mesmas características, que foi atribuída a possíveis variações microclimáticas (FREITAS, 1998). A partir desses dados tornou-se interessante uma avaliação das variações espacial e temporal do microclima, seus efeitos sobre o microhabitat e consequentemente sobre a dinâmica das populações de pequenos mamíferos.

Para avaliar as variáveis do microclima (temperatura, umidade e luminosidade), foram usados registradores automáticos, que são aparelhos de leitura programada de parâmetros climáticos, muito utilizados atualmente. Para as medidas do microhabitat foram medidas oito variáveis propostas em Freitas *et al.* (2002). A coleta de dados foi realizada entre Junho de 2001 e Outubro de 2002.

---

<sup>\*</sup>Considerou-se como habitat o conjunto dos fatores independentes de densidade (Whittaker *et al.* 1973; Cerqueira, 1995). No presente estudo a denominação de microhabitat foi utilizada para agrupar o conjunto de medidas que indicam a cobertura do solo, ocorrência de rochas, estrutura física da vegetação, etc. (ver Capítulo 2).

## Área de Estudo

### Localização

Este projeto foi realizado no Município de Guapimirim, próximo à estrada Rio-Teresópolis (BR116), numa área vizinha ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PNSO), na vertente sudeste dessa serra, no Estado do Rio de Janeiro. O ponto médio da área situa-se em 22°29' S e 43°00' W (Figura I).

### Descrição

É uma região característica de Mata Atlântica, onde a área estudada é ocupada por casas de veraneio muito próximas à floresta e é cortada por diversos rios e estradas secundárias.

Sendo esta uma área de estudo de longo prazo, desde Abril de 1997 estão montadas três grades de 0,64 hectares (A,B,C) com 25 pontos cada, sendo os pontos distantes 20m entre si. As grades (A,B,C) estão colocadas em altitudes diferentes: 748m, 652m e 522m, respectivamente (Figura II).

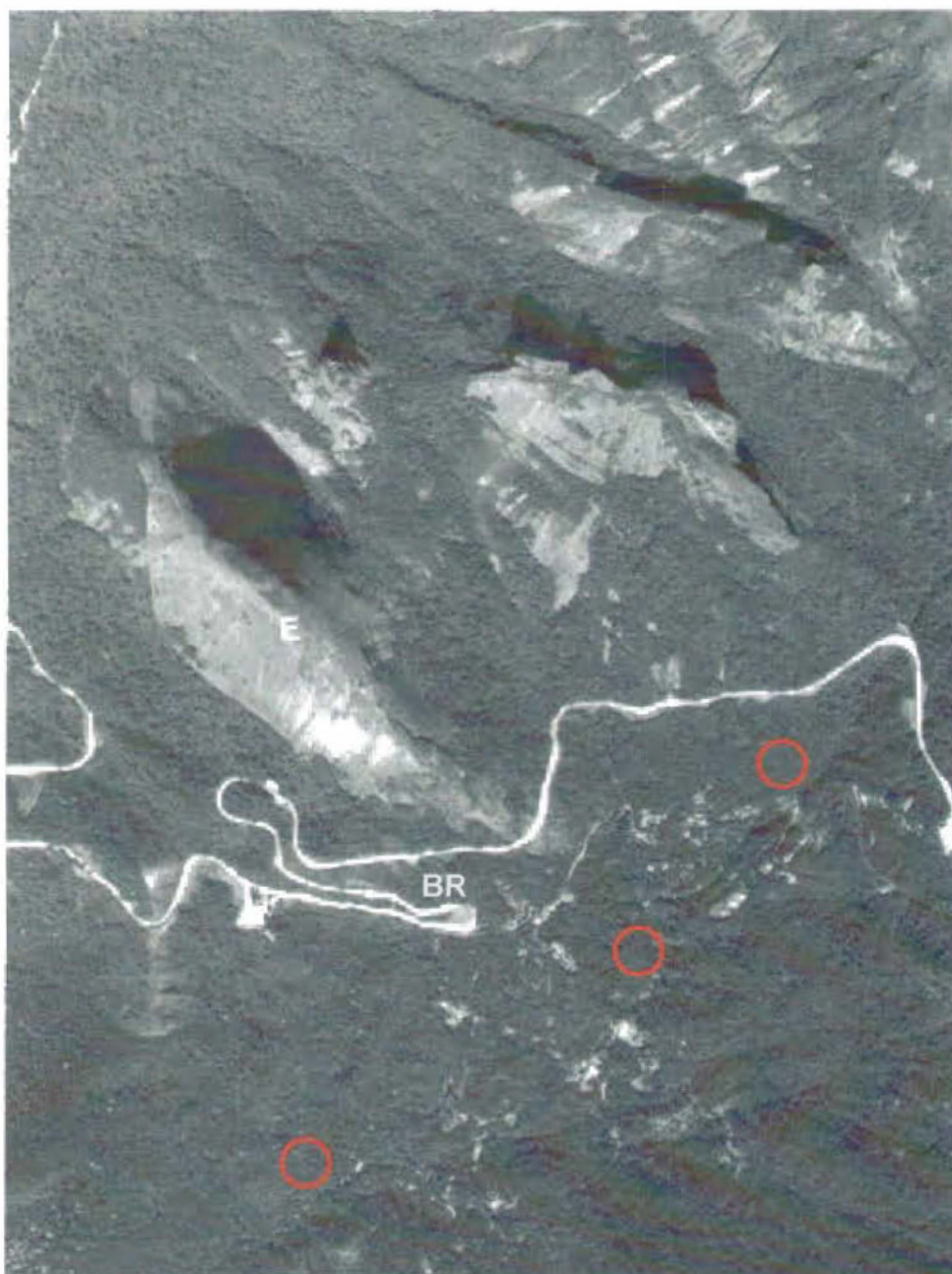
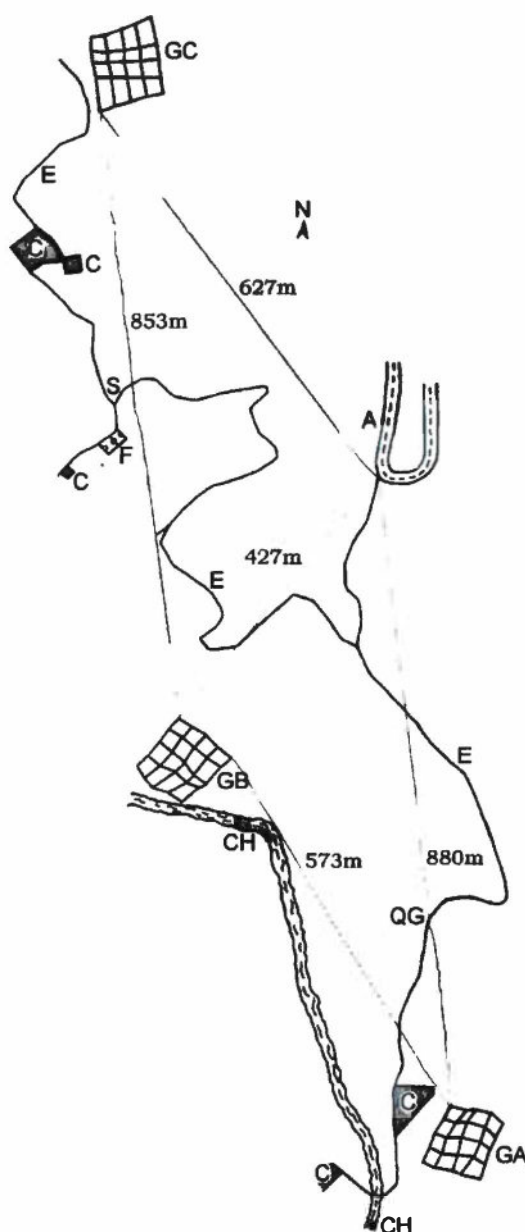


Figura I. Visão geral da área de estudo, mostrando alguns morros que compõem a Serra dos Órgãos, como o morro do Escalavrado (E), parte da BR116 (BR) e a localização aproximada das grades A B e C (círculos de cima para baixo). Fotografia aérea (1:20000, feita em Janeiro de 1996). (Fonte: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro - CIDE)



**Figura II.** Mapa esquemático da área de estudo, sendo que as linhas correspondem à distância real entre as grades e a autoestrada. (Fonte: Freitas, 1998)

**Legenda:** GC=grade C; E=estrada; C=casas; S=placa indicando Buraco do Sunta/Alan; F=campo de futebol; A=autoestrada Rio-Teresópolis; GB=grade B; CH=cachoeira; QG=alojamento/laboratório; GA=grade A

A floresta da área de estudo apresenta uma estrutura dividida em dois estratos principais na estrutura da vegetação. O primeiro mais numeroso de 1,2 a 4,5m e o segundo de 4,5 a 15m, não constituindo um dossel fechado devido a algumas áreas de afloramento rochoso, clareiras naturais ou resultado da extração de espécies vegetais (dados do Laboratório de Vertebrados-UFRJ).

A grade A fica bem próxima de algumas casas de veraneio e de uma das estradas secundárias da área de estudo. O rio Iconha passa logo abaixo dessa estrada. Existe um muro da época do plantio de café na região, que corta a grade de um lado ao outro. Transversal ao muro um afloramento rochoso divide a grade do ponto mais baixo ao mais alto, dificultando o crescimento de cobertura vegetal nessa área (Figura III).

A grade B fica separada da estrada secundária e das casas por uma trilha pela mata que termina no rio Iconha, em uma das suas maiores cachoeiras dentro da área de estudo. A área da grade fica bem acima do rio, ganhando um acréscimo de umidade pela proximidade desse corpo d'água (Figura IV).

A grade C fica próxima a uma das estradas secundárias que só é acessível a pé ou de moto por ser de terra e muito acidentada. Possui pequenos riachos nos seus arredores (Figura V).

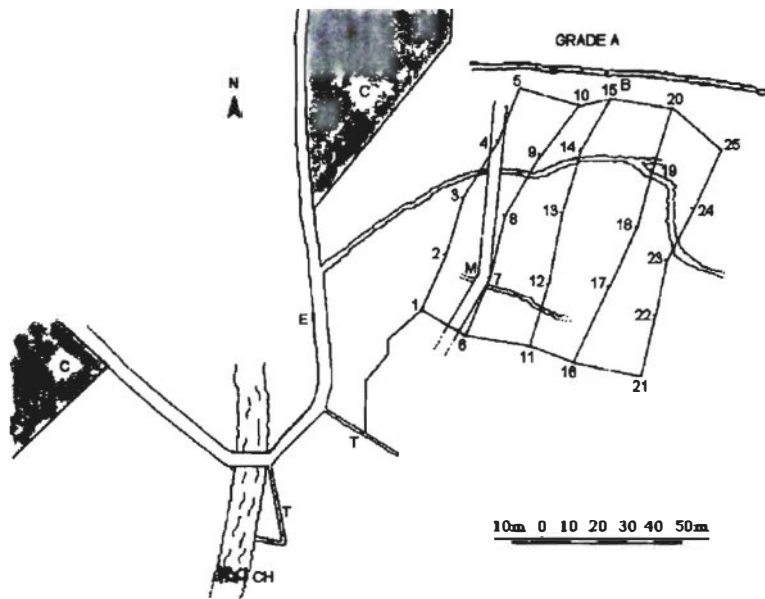


Figura III. Mapa esquemático da grade A da área de estudo. (Fonte: Freitas, 1998)

Legenda: C=casa; E=estrada; CH=cachoeira; T=trilha; M=muro de pedras; os números correspondem aos pontos de captura

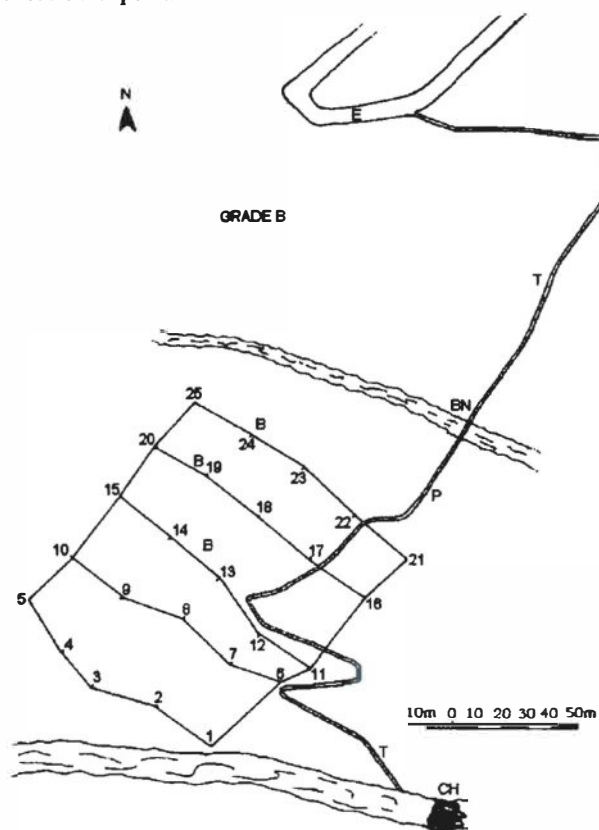


Figura IV. Mapa esquemático da grade B da área de estudo. (Fonte: Freitas, 1998)

Legenda: E=estrada; CH=cachoeira; T=trilha; P=rocha; BN=bananeira; B=bambuzal; os números correspondem aos pontos de captura



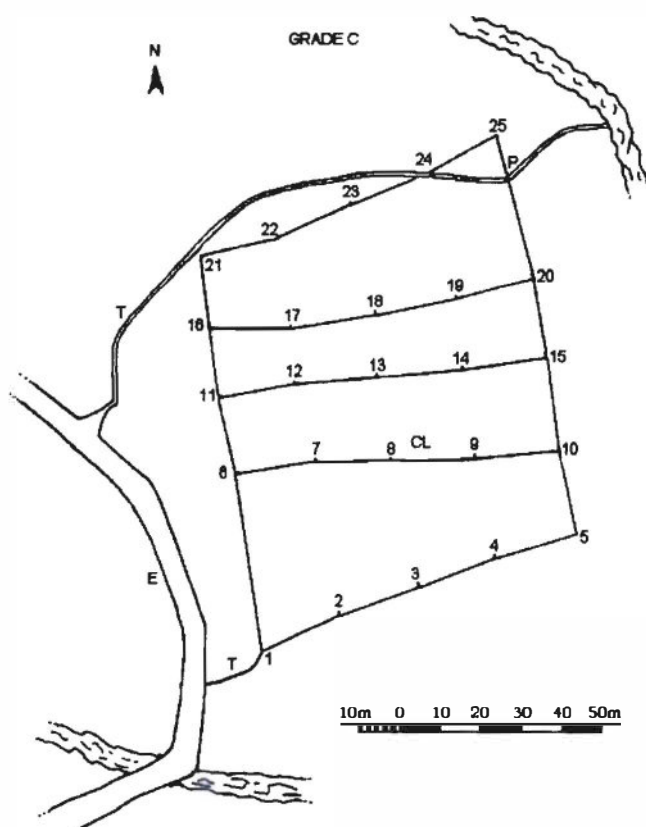


Figura V. Mapa esquemático da grade C da área de estudo. (Fonte: Freitas, 1998)

Legenda: E=estrada; T=trilha; CL=clareira; P=rocha; os números correspondem aos pontos de captura

### Macroclima

O Estado do Rio de Janeiro tem sua diversificação climática principalmente associada às características de relevo e altitude, o que ocasiona a abundância de chuvas nas encostas e base das serra, e torna mais amenas as temperaturas nas áreas mais elevadas (BERNARDES, 1952).

A Serra do Mar, que inclui a Serra dos Órgãos, determina as diferenças entre o clima de encosta, com temperaturas amenas, e a baixada litorânea, com temperaturas mais elevadas (BERNARDES, *op. cit.*; NIMER, 1979).

A precipitação nessa região é definida pela posição geográfica (zona tropical) que está sob influência marítima, de correntes perturbadas, e do grande contraste morfológico

do relevo (NIMER, *op. cit.*). No Gráfico I estão indicados os registros de precipitação mensal na área de estudo, entre os meses de Outubro de 2001 e Outubro de 2002.

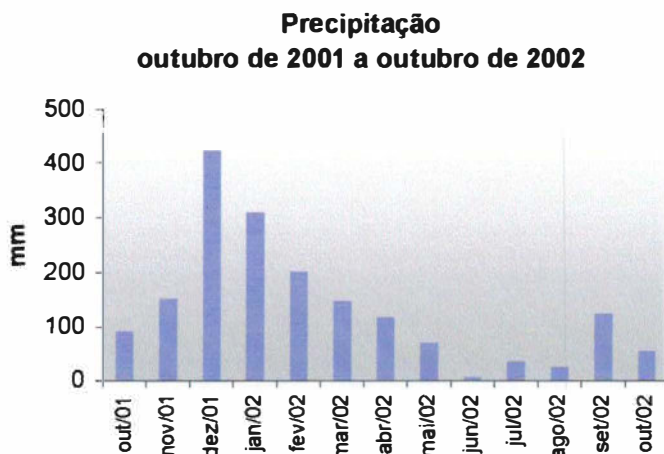


Gráfico I. Precipitação mensal na região da área de estudo durante o período de um ano. (Fonte: INMET, Teresópolis)

A área de estudo está localizada no clima Cfb segundo Koppen, ou seja, clima mesotérmico, com verões brandos, sem estação seca (BERNARDES, *op. cit.*). No solstício de verão (incidência do sol em ângulos maiores e por mais tempo) são registrados os máximos pluviométricos e no solstício de inverno (inclinação máxima do sol com ângulos menores e por menos tempo) os valores mínimos.

Portanto, o clima serrano dessa região caracteriza-se pela ocorrência de chuvas, mesmo no inverno e uma temperatura amenizada pela altitude, com médias inferiores a 22°C (BERNARDES, *op.cit.*).

A instabilidade do tempo na região é provocada principalmente por correntes perturbadas de diversas direções, que causam mudanças bruscas no tempo e geralmente são acompanhadas de chuva, além disso, as escarpas abruptas da serra se opõem às correntes de chuvas frontais, geralmente de S e SE (NIMER, *op. cit.*).

## **Delineamento do Estudo**

Este estudo compreendeu três partes, sendo cada uma delas tratadas em detalhes nos três capítulos que compõem essa dissertação.

Na primeira parte, ou Capítulo 1, foi proposto um método de avaliação da heterogeneidade microclimática em áreas de Mata Atlântica de tamanho pré-definido, utilizando registradores automáticos de parâmetros climáticos.

Na segunda parte, ou Capítulo 2, essas áreas de Mata Atlântica tiveram seu microclima e microhabitat caracterizados quanto à heterogeneidade espacial e variação temporal.

Na terceira e última parte, ou Capítulo 3, foram propostos modelos de preferência de habitat para três espécies de marsupiais ocorrentes nessas áreas a partir das variáveis de microclima e microhabitat. Foram descritas as distribuições locais dessas espécies e suas correlações com o microclima da área de estudo.

Este estudo possibilitou as conclusões citadas a seguir.

## Conclusões Gerais

- ✓ Os registradores automáticos além de práticos apresentam bom funcionamento em florestas tropicais.
- ✓ Foi demonstrado que cinco registradores, distribuídos homogeneamente em uma área de 0,64 hectares, são suficientes para caracterizar a heterogeneidade espacial horizontal nas florestas de Mata Atlântica.
- ✓ O método desenvolvido e testado é eficiente no estudo do ambiente de pequenos mamíferos que vivem nessa camada de ar junto ao solo.
- ✓ Os resultados mostram diferenças espaciais e temporais das variáveis microclimáticas e de microhabitat na área de estudo, onde a variação espacial do microclima pôde ser atribuída a diferenças de altitude e estruturais locais (p.ex. clareiras na mata, microtopografia), e, a variação temporal do microclima afeta a dinâmica do microhabitat.
- ✓ *Didelphis aurita* adapta-se bem à vegetação mais aberta entre 0,00m e 0,50m, menor luminosidade, ou seja, um dossel mais fechado, e presença de troncos caídos. Sua distribuição local mais ampla, mantendo populações em todas as grades durante todo o período de estudo, indicam uma generalização da preferência da espécie, e os resultados também indicaram uma boa capacidade de manutenção da espécie na área estudada.
- ✓ *Metachirus nudicaudatus* está associado a um sub-bosque desenvolvido, principalmente próximo ao chão da floresta (0,00-0,50m). Além disso, essa espécie parece preferir as áreas que apresentam temperaturas mais altas e menor umidade relativa, além de apresentarem uma menor capacidade de manutenção local.

- ✓ *Marmosops incanus* não mostrou relação com nenhuma das variáveis propostas para o modelo, considerando-se que a ênfase do trabalho é a avaliação da heterogeneidade espacial horizontal e não vertical. No entanto, foi a única espécie que mostrou correlação com as variáveis microclimáticas, temperatura e umidade, o que parece estar relacionado ao seu ciclo anual de vida bastante estável, onde as alterações na temperatura e conseqüentemente na umidade indicam as fases do ciclo de vida bem marcado dessa espécie. Observou-se também pela distribuição local desse marsupial que a espécie parece preferir as áreas mais elevadas, que apresentam temperaturas mais baixas e maior umidade relativa.
- ✓ Os padrões de preferência das espécies animais desse trabalho foram demonstrados através dos aspectos físicos do ambiente, no entanto, não foi possível discuti-los sem levar em conta as influências compartilhadas e relações entre os fatores abióticos descritos e alguns bióticos das espécies estudadas. Isso indica a necessidade de trabalhos que vençam o desafio de incorporar em suas análises o conjunto desses fatores dependentes e independentes de densidade, que estão inevitavelmente relacionados.

## Referências Bibliográficas

- ARAGÃO, M.B. **Sobre a vegetação de zonas úmidas do Brasil**. Revista Brasileira de Biologia, v. 21, n. 3, p.317-324, 1961.
- ASHTON, P.S. **Light intensity measurements in rain forest near Santarem, Brazil**. Journal of Ecology, v. 46, p. 65-70, 1958.
- BAUDINETTE, R.V.; CHURCHILL, S.K.; CHRISTIAN, K.A.; NELSON, J.E.; HUDSON, P.J. **Energy, water balance and the roost microenvironment in three australian cve-dwelling bats (Microchiroptera)**. Journal of Comparative physiology B-Biochemical Systemic and Environmental physiology , v.170, n.5-6, p. 439-446, 2000.
- BELL, G.; LECHOWICZ, M.J. 1994. Spatial heterogeneity at small scales and how plants respond to it. *In*: M.M. Caldwell & P.W. Pearcy, (eds.). **Exploitation of environmental heterogeneity by plants**, Academic Press, California, 429pp.
- BERNARDES, L.M.C. 1952. Tipos de clima do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia** 14(1): 57-80.
- CERQUEIRA, R.. **Determinação de distribuições potenciais de espécies**. In: Peres-Neto, P.R.; Valentin, J.L.; Fernandez, F.A.S. (eds.). Tópicos em tratamento de dados biológicos - Oecologia brasiliensis. v. 2. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, UFRJ, 1995.161p.
- CERQUEIRA, R. **Ecologia funcional de mamíferos numa restinga do Estado do Rio de Janeiro**. In: Esteves, F.A.; Lacerda L.D. (eds.) Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras. Macaé, Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 2000. p. 189-212.
- CHEN, J.; SAUNDERS, S.C.; CROW, T.R.; NAIMAM, R.J.; BROSOFSKE, K.D.; MROZ, G.D.; BROOKSHIRE, B.L.; FRANKLIN, J.F. **Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology**. BioScience, v. 49, n. 4, p. 288-297, 1999.
- CORTES, A.; MIRANDA, E.; ROSENMANN, M.; RAU, R.J. **Thermal biology of the fossorial rodent *Ctenomys fulvus* from the Atacama desert, northern Chile**. Journal of Thermal Biology, v. 25, n. 6, p. 425-430, 2000.

DAU, L. **Microclimas das restingas do sudeste do Brasil: I - Restinga interna de Cabo Frio**. Arquivos do Museu Nacional, v. L, p. 79-134, 1960.

ELTON, C. **Animal Ecology**. London: Metheun & Co., 1927. 207p.

FREITAS, S.R. **Variação espacial e temporal na estrutura do habitat e preferência de microhabitat por pequenos mamíferos na Mata Atlântica**. 168f. Dissertação de Mestrado em Zoologia, Museu Nacional (UFRJ), Rio de Janeiro, 1998.

FREITAS, S.R.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M.V. **A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover**. Revista Brasileira de Biologia, v. 62, n. 4B, p. 795-800, 2002.

GEIGER, R. **The climate near the ground**. Cambridge: Harvard University Press., 1966.

HUTCHINSON, G.E. **Concluding remarks**. In: Whittaker, R.H.; Levin, S.A. (eds.). *Niche : Theory and Application*, 1957. 448p.

KERTH, G.; WEISMANN, K.; KONIG, B. **Day roost selection in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*): A field experiment to determine the influence of roost temperature**. Oecologia, v. 126, n. 1, p. 1-9, 2001.

MARTIN, T.E. **Abiotic vs. Biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts**. Ecology, v. 82, p. 175-188, 2001.

MCCAFFERTY, D.J.; MONCRIEFF, J.B.; TAYLOR, I.R. **How much energy do barn owls (*Tyto alba*) save by roosting?**. Journal of Thermal Biology, v. 26, n. 3; p. 193-203, 2001.

MCLEAN, R.C. **Studies in ecology of tropical rain forest: with special reference to the forests of South Brazil – Introduction and Part I Humidity**. Journal of Ecology, v. 7, p. 5-54, 1919.

MORRIS, D.W. **Ecological scale and habitat use**. Ecology, v. 68, p. 362-369, 1987.

NEWMARK, W.D. **Tanzanian forest edge microclimatic gradients: dynamic patterns**. Biotropica, v. 33, n. 1, p. 2-11, 2001.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: SUPREN, 1979. 422p.

PIANKA, E.R.. **Evolutionary Ecology**. 5<sup>nd</sup> ed., NewYork: Harper Collins College Publishers, 1994. 486p.

ROOT, T.L.; SCHNEIDER, S.H. **Ecology and climate: research strategies and implications**. Science, v. 269, p. 334-340, 1995.

SANDEL, J.K.; BENATAR, G.R.; BURKE, K.M.; WALKER, C.W.; LACHER Jr., T.E.; HONEYCUTT, R.L. **Use and selection of winter hibernacula by the eastern pipistrelle (*Pipistrellus subflavus*) in Texas**. Journal of Mammalogy, v. 82, n.1, p. 173-178, 2001.

STEVENS, S.M.; HUSBAND, T.P. **The influence of edge on small mammals: evidence from Brazilian Atlantic forest fragments**. Biological Conservation, v. 85, p. 1-8, 1998.

WHITTAKER, R.H.; LEVIN S.A.; ROOT R.B.. **Niche, habitat, and ecotope**. In: Whittaker, R.H.; Levin, S.A. (eds.). Niche : Theory and Application, 1973. 448p.

ZHENG, D.; CHEN, J.; SONG, B.; XU, M.; SNEED, P.; JENSEN, R. **Effects of silvicultural treatments on summer forest microclimate in southeastern Missouri Ozarks**. Climate Resarch, v. 15, p. 45-59, 2000.



**CAPÍTULO 1**     *Definição do método de avaliação da heterogeneidade  
microclimática em uma área de Mata Atlântica com  
tamanho pré-definido*

---

## Resumo

Sabe-se que existem diferenças entre áreas com e sem cobertura vegetal, e que as condições do solo, topografia e tipo de vegetação são alguns dos principais fatores que alteram a dinâmica dos diversos parâmetros que compõem o clima. O microclima é a camada de ar entre o chão e 2m acima do solo, onde a velocidade do vento é reduzida pelo atrito, e a troca de ar é menor, aumentando as variações em pequenos espaços. Atualmente, vem aumentando o número de publicações sobre microclima, mas se conhecem poucos estudos no Brasil. Nessa etapa do trabalho o objetivo foi definir o método adequado à comparação da variação espacial horizontal do microclima de três áreas de Mata Atlântica, abrangendo o habitat utilizado por algumas espécies de pequenos mamíferos. Além disso, foi proposto um projeto de estação microclimatológica para a utilização de registradores automáticos em campo, na medição dos parâmetros climáticos. Depois de descritas todas as condições do estudo, suas implicações e os resultados dos testes, foi possível chegar a conclusões e considerações sobre algumas questões microclimáticas: (1) cinco estações são suficientes para caracterizar a variação de uma área de floresta de 0,64 hectares; (2) a maior amplitude de variação da intensidade de luz é devida à maior variação espacial horizontal dessa variável; (3) os padrões encontrados nos testes do método mantiveram-se entre coletas de dados; (4) os abrigos feitos de acrílico mostraram-se eficientes aos objetivos e limitações desse tipo de trabalho; (5) Os registradores automáticos funcionam bem em florestas tropicais.

Palavras-chave: microclima, método

## Abstract

Differences between areas with and without vegetal covering are known, and the conditions of the ground, topography and type of vegetation are some of the main factors that modify the dynamics of the parameters that compose the climate. The microclimate is the air layer between the soil and 2m above of the ground, where the speed of wind is reduced by attrition and the air exchange is lesser, increasing the variations in small spaces. Currently, the number of publications on microclimate is increasing but few studies are known in Brazil. In this stage of work the aim was to define the adequate method to the comparison of the horizontal spacial variation of the microclimate in three areas of Atlantic Forest, enclosing the habitat used by some species of small mammals. Moreover, a project of a microclimatological station was proposed for the use of data loggers in the field for the measurement of the climatic parameters. After describing all the conditions of the study, its implications and the results of the tests, were possible to come to some conclusions and considerations on microclimatic questions: (1) five data loggers are enough to characterize the variation of a pre-defined area of forest (0,64ha); (2) the biggest range of variation on light intensity occurred because of the biggest horizontal spacial variation of this variable; (3) the standards found in the method tests were remained between field works; (4) the acrylic shelters had revealed efficient to the objectives and limitations of this type of work; (5) the data logger function well in tropical forests.

Key-words: microclimate, method

## 1.1. Introdução

Clima é a situação física da atmosfera sobre um dado lugar da superfície da Terra. Considera-se nesta situação tanto a variação dos fatores físicos quanto suas tendências centrais em um dado intervalo de tempo (AYOADE, 1988).

Os estudos climatológicos podem ser divididos em duas escalas principais, já que existem pelo menos dois gradientes sob influências distintas. O primeiro está mais acima, onde os efeitos das condições da atmosfera predominam; e o segundo abaixo, onde existe uma maior variação horizontal em pequenas distâncias, sendo definidas pela influência de pequenas diferenças estruturais locais. Sabe-se que existem diferenças entre áreas com e sem cobertura vegetal, e que as condições do solo, topografia e tipo de vegetação são alguns dos principais fatores que alteram a dinâmica dos diversos parâmetros que compõem o clima (GEIGER, 1966; RICHARDS, 1996). GEIGER (*op.cit.*) denominou as escalas desses estudos climatológicos de macroclima e microclima marcando, como limite, a altura de 2m acima do solo. Acima dessa altura, tipos de solo e vegetação desempenham gradativamente um papel cada vez menos importante. Logo abaixo está a “camada de ar junto ao solo”, onde a velocidade do vento é reduzida pelo atrito, e a troca de ar é menor, aumentando as variações em pequenos espaços. Ou seja, o microclima responde mais rapidamente às alterações estruturais do ambiente, tanto no espaço como no tempo (POTTER *et al.*, 2001).

As observações feitas nesse tipo de trabalho têm diversas aplicações: previsão do tempo, estudos em climatologia e meteorologia, atividades humanas que dependem ou são afetadas pelas condições climáticas, hidrologia, agrometeorologia, pesquisas em ecologia vegetal e animal. A importância dos parâmetros meteorológicos influenciando os processos ecológicos varia amplamente entre diferentes paisagens, no tempo e sob condições

climáticas diferentes. O crescimento e regeneração das plantas, a respiração do solo, o ciclo de nutrientes e a seleção de habitat por animais e plantas determinando suas abundâncias e distribuições são processos sob influência dessas variáveis físicas do ambiente e são amplamente discutidas na literatura (ANDREWARTHA & BIRCH, 1954; LEMÉE, 1967; BELL & LECHOWICZ, 1994).

Os primeiros trabalhos que trataram de aspectos microclimáticos em florestas tropicais no Brasil foram os de McLean (1919) e Ashton (1958) que discutiam as variações de temperatura, umidade e intensidade de luz em camadas junto ao solo. Posteriormente, Dau (1960) e Cerqueira (2000) estudaram o microclima em restingas da região sudeste e Aragão (1961) em florestas de diversas regiões do país. Atualmente, vem aumentando o número de publicações sobre o microclima em zonas tropicais, mas, excetuando-se os trabalhos aqui citados, não se conhecem estudos no Brasil.

Os estudos microclimatológicos podem ser divididos em duas categorias: (1) aqueles que apenas descrevem as condições físicas próximo ao solo e as interações entre esses parâmetros; (2) aqueles que buscam quais os efeitos biológicos causados por esses parâmetros físicos. A investigação do microclima pode ser feita em um plano vertical, ou seja, avaliando as variações em diferentes alturas, ou pode dar-se horizontalmente onde são avaliadas as variações espaciais da distribuição da cobertura vegetal. A maioria dos trabalhos trata da heterogeneidade vertical e, em muitos casos, são medições isoladas que não medem a variação entre as várias estações do ano. A causa principal da limitada coleta de dados se deve a problemas práticos do trabalho em campo e custo elevado dos equipamentos, impossibilitando as amostragens simultâneas e em grandes espaços (RICHARDS, *op. cit.*). No entanto, essas dificuldades vêm sendo minimizadas com o aumento da utilização de registradores automáticos de dados físicos (“data loggers”). Existem registradores de diversos tamanhos, sendo os pequenos registradores adequados

para o microclima. São aparelhos de fácil manipulação e transporte, e, de custo cada vez mais acessível (SINCLAIR, 2001).

Para serem feitas boas medições e observações meteorológicas são necessários diversos cuidados (WMO, 1996). O fator mais crítico é a exposição da estação de medição, cujos instrumentos não podem estar expostos diretamente ao vento ou à radiação solar. Portanto, o abrigo dos instrumentos tem que ser construído buscando reduzir ao máximo as influências artificiais sobre os diferentes sensores. Para tanto, tem-se que levar em conta as restrições do tipo de instrumento que será utilizado, mantendo-o fora do contato direto com qualquer espécie de material ou sujeira durante as medições, e transformando o espaço interior do abrigo no mais ventilado possível, para que haja troca constante com o ambiente externo, mas sem criar turbulência interna.

Muitas técnicas de medição apresentam erros constantes ou não indicam valores absolutos, não sendo muitas vezes confiáveis se o objetivo for a descrição de determinado parâmetro meteorológico. No entanto, se bem aplicadas, mesmo que não indiquem os valores reais, apenas aproximados, são resultados válidos para investigações que intencionem comparar microclimas de diferentes localidades ou buscar padrões nas relações entre os ambientes biótico e abiótico (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1976). Portanto, nos trabalhos microclimatológicos é importante controlar a qualidade dos instrumentos e procedimentos a serem usados, e, diante da quantidade de fatores espaciais e temporais envolvidos nesse tipo de estudo, a intensidade do monitoramento e o delineamento experimental definem a amplitude das conclusões (CHEN *et al.*, 1999).

As variáveis do clima são afetadas durante as medições pelos seguintes fatores: (a) condições circundantes; (b) cobertura vegetal; (c) presença de objetos próximos, principalmente se emitirem alguma forma de energia; (d) superfície do solo; (e) desenho da estação meteorológica; (f) outras modificações no equipamento (WMO, *op.cit.*).

Na definição do método de amostragem desse trabalho, além da atenção para a escala que se pretendia estudar, levou-se em conta o objeto de estudo e as limitações dos materiais disponíveis. Nessa etapa do trabalho o objetivo foi definir o método adequado à comparação da variação espacial horizontal do microclima de três áreas de Mata Atlântica, abrangendo o habitat utilizado por algumas espécies de pequenos mamíferos.

## 1.2. Materiais & Métodos

### 1.2.1. Instrumento de medição

Os registradores automáticos usados nesse estudo são pequenos, operados por bateria e que, além dos sensores específicos para diversos parâmetros meteorológicos, tem um microprocessador que estoca os dados em intervalos de medição programados pelo usuário (ONSET COMPUTER CORPORATION, 1998). Vale observar que esses aparelhos são compostos por sensores de precisão que eliminam a necessidade de calibração; um dos pontos críticos dos equipamentos tradicionais.

Nesse trabalho, o aparelho utilizado para as medições das variáveis microclimáticas foi o *HOB0 (H8 family) data logger* (68 x 48 x 19mm / 29g) com leitura programada da temperatura (°C), umidade relativa (%) e luminosidade (*lumens*) (Figura 1.1), e com capacidade de armazenar 7.943 medidas. O intervalo das medições e os dados coletados são programados e retirados, respectivamente, conectando o *HOB0* ao computador. Todo o funcionamento do aparelho é definido pelo programa *BoxCar Pro 3.51* para *Windows* (ONSET COMPUTER CORPORATION, *op.cit.*). Para a coleta de dados estiveram disponíveis 30 aparelhos *HOB0 data logger*.

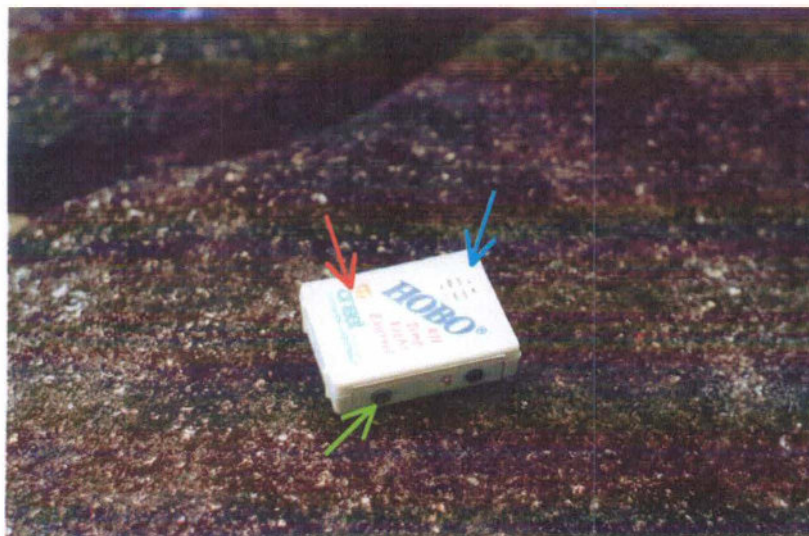


Figura 1.1. *HOBO (H8 family) data logger.*

→ sensor de luz      → sensores de temperatura e umidade  
    → conexão ao computador

### 1.2.2. As Estações Microclimáticas

Dependendo do gradiente e escala que se pretende atingir, a altura do chão onde está o sensor deve ser avaliada quando for definido o desenho da estação microclimatológica. No entanto, o maior desafio é a criação de abrigos que mantenham em seu interior condições que representem o melhor possível o ambiente externo.

O desenho da estação microclimática, projetado por Rui Cerqueira com colaboração de Diego Astúa de Moraes e minha (Figura 1.2) foi feito levando-se em conta os seguintes aspectos: (1) quanto mais aberturas para ventilação houver, maior será a redução da condensação de água no interior da estação e maior será a troca de ar interno e externo; (2) a cor branca do acrílico minimiza a absorção de luz evitando o aquecimento excessivo do ar no interior da estação; (3) a parte superior da estação além de transparente, para a medição da luminosidade, é inclinada para evitar o acúmulo de água sobre a estação.



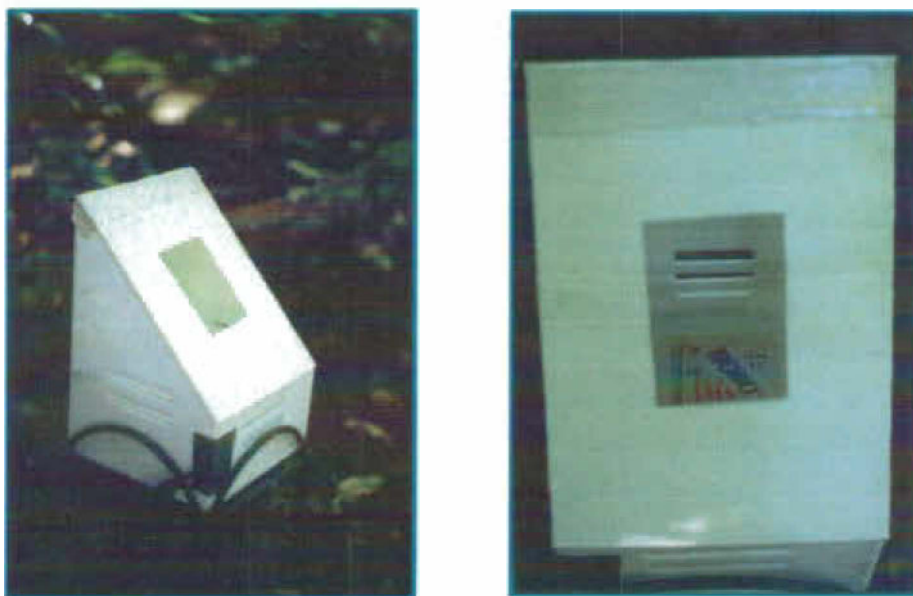


Figura 1.2. Estação microclimática sobre o suporte de ferro.

Dessa forma, os aparelhos ficam protegidos do contato direto com a água através de pequenos abrigos ventilados e de acrílico, que colocados sobre um suporte de ferro enterrado ao chão ficam a uma distância de aproximadamente 15cm do chão (altura total de 20cm = *12cm pés do suporte + 8cm apoio do aparelho*, - 5cm enterrados no solo). Essa altura foi escolhida a fim de representar o estrato do habitat utilizado por algumas espécies de pequenos mamíferos de hábitos terrestres ou semi-arborícolas.

O projeto da estação microclimatológica (estação e suporte) com as medidas e suas várias perspectivas estão representados nas Figuras 1.3 a 1.5.

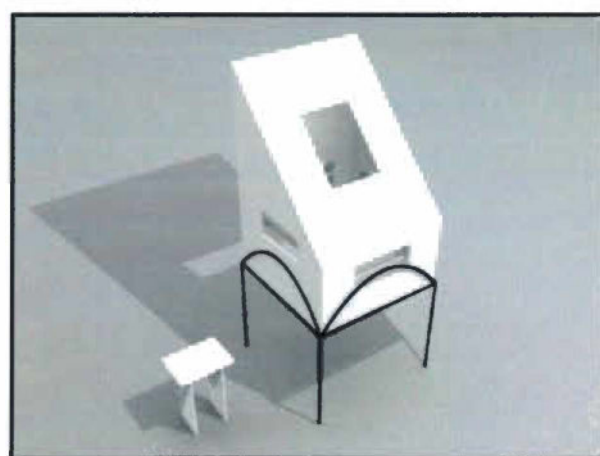
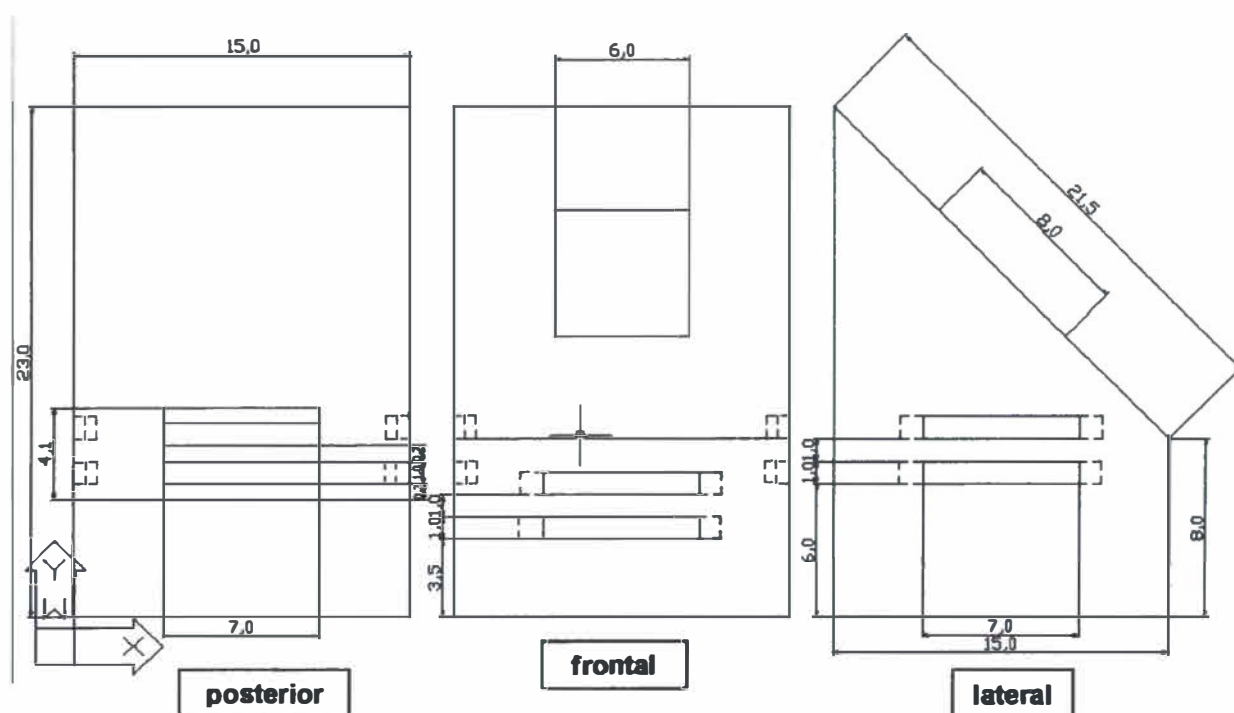


Figura 1.3. Projeto da estação microclimática com suas visões posterior, frontal e lateral (acima), e conjunto da estação, apoio interno para o registrador automático e suporte de ferro (abaixo).

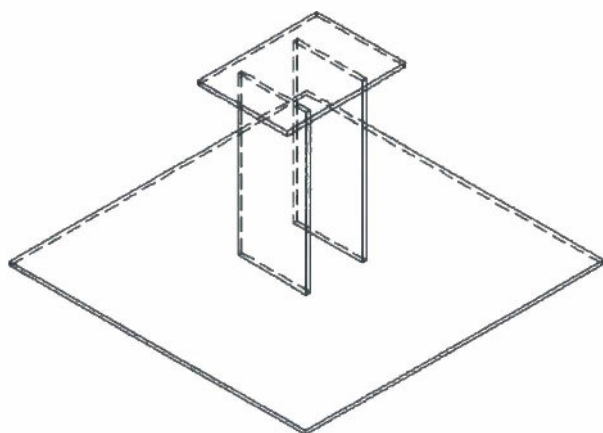
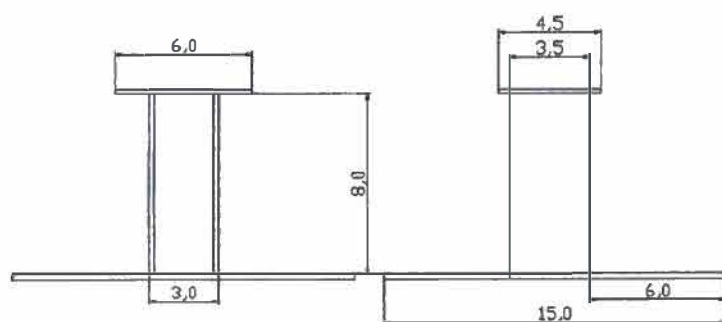


Figura 1.4. Projeto do apoio interno para o registrador automático, sobre a base da estação.

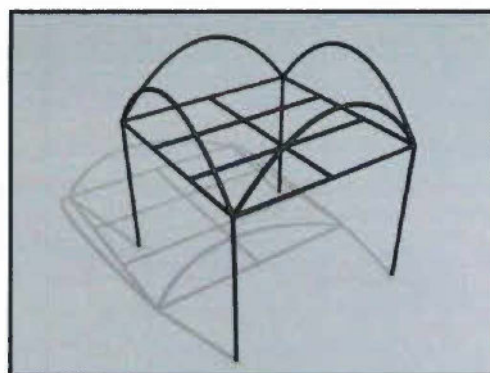
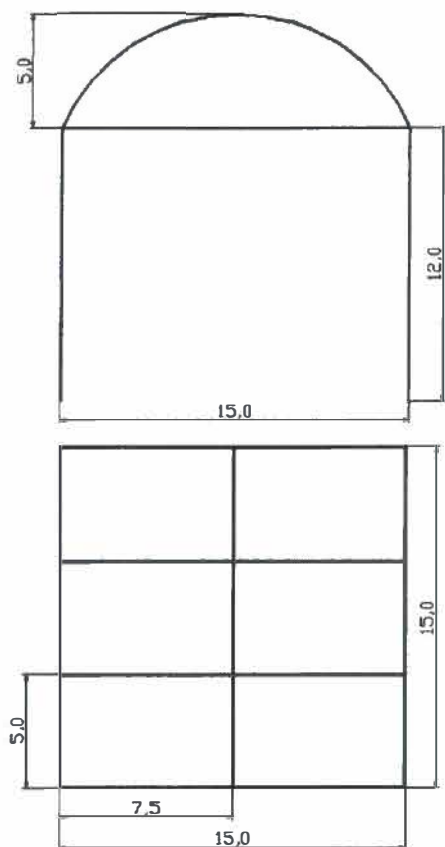


Figura 1.5. Projeto do suporte de ferro.

Se não fossem consideradas as medidas de intensidade de luz, não seria necessária a abertura transparente, ao contrário, é recomendado que o sensor de temperatura fique protegido da exposição à radiação para reduzir erros de leitura. No entanto, sabe-se que muito da radiação solar que chega ao solo da floresta é difusa (refletida ou dispersa) e bastante reduzida em relação à área sem cobertura, dependendo da densidade e etapa de desenvolvimento da vegetação. Sendo assim, alguns cuidados foram tomados. Em primeiro lugar, na parte superior da estação foi restringida a área de entrada de luz a um retângulo de 6 x 8cm, a fim de reduzir o efeito da luz difusa e assim direcionar para a luminosidade vinda da parte superior do dossel e sub-bosque, reduzindo a luz provinda das laterais. Esse retângulo foi cortado no centro de um papel plastificado branco e colante, que foi centralizado e colado sobre a placa de acrílico transparente. Em segundo lugar, as medidas de intensidade de luz deste trabalho estão sendo interpretadas como uma medida do dossel da floresta, já que os animais que se pretende estudar são essencialmente noturnos. Finalmente, além de restringida a área de entrada de luz na estação, os dados considerados nos resultados foram apenas os dados do período de sol a pino, incluindo uma hora antes e uma depois. Para cada excursão de campo foram utilizados os registros do horário de nascer e pôr-do-sol do dia de observação para determinar o sol a pino (<http://www.canaldotempo.com> ou <http://br.weather.com>). Uma estação microclimática controle foi mantida, simultaneamente aos períodos de coleta de dados, em uma área aberta fora da floresta. Com os dados de luz dessa estação controle foi possível obter resultados sobre a extinção de luz, ou seja, porcentagem da luz total fora da mata que chega ao chão da floresta.

### 1.2.3. Coleta de Dados

Na área de estudo estão montadas três grades de 0,64 hectares (A,B,C) com 25 pontos cada, sendo os pontos distantes 20m entre si, em altitudes diferentes, 748m, 652m e 522m, respectivamente. Para definir o método de amostragem, foram feitas duas coletas de todos os pontos de cada grade da área de estudo, com duração de 24 horas de coleta de dados, medidos em intervalos de 15 em 15 minutos. A primeira, no início do estudo, em Junho e Agosto de 2001, e a segunda em Junho e Agosto de 2002. A coleta de dados simultânea nos 25 pontos de cada grade significou coletar os dados de cada uma das grades em tempos diferentes, considerando o número de aparelhos *HOBO data logger* disponíveis (30). Portanto, nos meses de Junho (2001 e 2002) foi medida a grade C, e, nos meses de Agosto (2001 e 2002) foram medidas as grades A e B. Essas coletas tiveram como objetivo definir o número mínimo de estações necessárias para caracterizar a heterogeneidade microclimática de uma área de floresta com tamanho definido (0,64ha).

Durante as coletas de Junho predominaram dias de sol sem nuvens, enquanto em Agosto dias de sol e encobertos se alternaram, mas sem ocorrência de chuvas em 2001 e com um dia de chuva noturna em 2002. Portanto, pode-se considerar que a replicação de cada uma das grades foi feita não só na mesma estação, mas em condições de tempo semelhantes nos dois anos.

#### *1.2.4. Análise dos Dados*

Para definir o número mínimo de aparelhos necessários para caracterizar a variação das áreas de floresta de 0,64 hectares foi calculado o coeficiente de variação para cada variável do microclima, usando duas estações, acrescentando-se as demais até o máximo de 25 estações. Foram feitas curvas com os 24 coeficientes de variação obtidos em cada ano de coleta, a fim de encontrar o ponto de estabilização dessas curvas para cada variável do microclima. Com base nisso, foi definido o delineamento experimental dentro das grades para essas variáveis.

Para colaborar na discussão sobre a maior heterogeneidade dos dados de intensidade de luz, foram feitas curvas da intensidade de luz média que chega ao chão da floresta em 2001 e 2002, ou seja, o comportamento da extinção de luz na área de estudo.

1.3. Resultados

Na Tabela 1.1 são apresentados os coeficientes de variação das duas coletas (Junho e Agosto de 2001/2002) para as variáveis temperatura, umidade e luminosidade, com duas até 25 estações na grade A. Na coleta de 2002, os dados de temperatura e umidade de uma das estações foram excluídos por estarem totalmente discrepantes do restante dos dados e evidentemente serem resultado de algum problema nos sensores dessas variáveis durante a medição.

Tabela 1.1. Número de estações e seus respectivos coeficientes de variação para as variáveis temperatura, umidade relativa e luminosidade nas duas coletas da grade A.

Estações	Temperatura		Umidade		Luminosidade	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
2	0,58	0,62	1,61	0,23	3,07	17,81
3	1,05	0,55	1,92	0,86	45,74	34,25
4	1,20	0,99	1,95	1,05	75,05	31,17
5	1,34	1,04	2,76	1,50	75,65	28,06
6	1,23	1,01	2,73	1,51	66,42	29,42
7	1,17	1,03	3,07	1,54	59,69	27,35
8	1,11	0,97	2,88	1,48	62,30	28,68
9	1,04	0,91	2,72	1,39	59,01	31,38
10	1,22	0,89	3,61	1,64	60,32	30,03
11	1,19	0,85	3,96	1,66	62,01	28,75
12	1,14	0,82	3,81	1,59	66,12	30,17
13	1,11	0,87	3,82	1,60	63,65	42,15
14	1,10	0,84	3,69	1,55	61,83	42,59
15	1,07	0,91	3,67	1,73	61,65	47,90
16	1,03	0,89	3,57	2,08	61,87	52,05
17	1,00	0,86	3,72	2,04	59,57	63,22
18	0,98	0,88	3,68	2,04	59,24	61,45
19	1,05	0,85	3,78	2,01	57,89	59,24
20	1,09	0,89	3,72	2,22	60,45	61,97
21	1,12	0,89	4,01	2,30	58,94	60,21
22	1,11	0,87	4,03	2,24	58,40	61,24
23	1,12	0,86	3,94	2,20	56,74	60,51
24	1,15	0,86	3,88	2,18	55,48	60,42
25	1,21	-	4,07	-	54,90	59,23

Nos Gráficos 1.1 a 1.3 estão apresentadas as curvas dos coeficientes de variação para as três variáveis do microclima na grade A. Observa-se que as curvas dos dois anos

para as variáveis temperatura e umidade, apesar de algumas diferenças nos resultados, possuem o mesmo padrão de variação. Já a luminosidade apresentou uma curva mais estável no primeiro ano embora os coeficientes dos dois anos estejam dentro de uma amplitude de variação similar. Todas as curvas na grade A estabilizaram em torno de cinco estações.

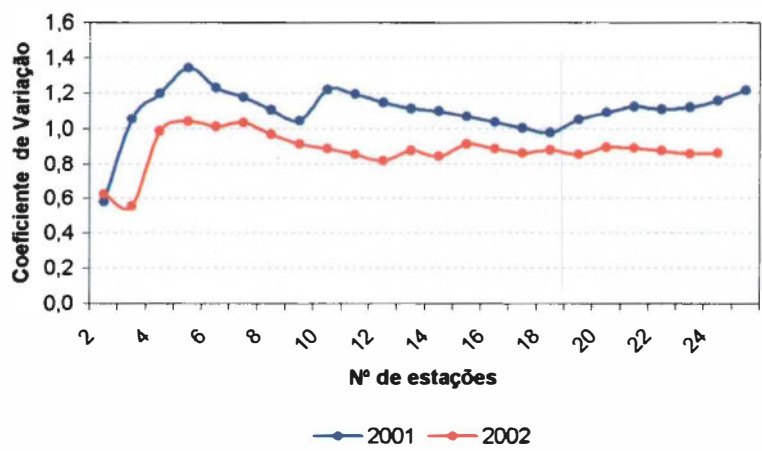


Gráfico 1.1. Variação da temperatura com duas até 25 estações em duas coletas na grade A.

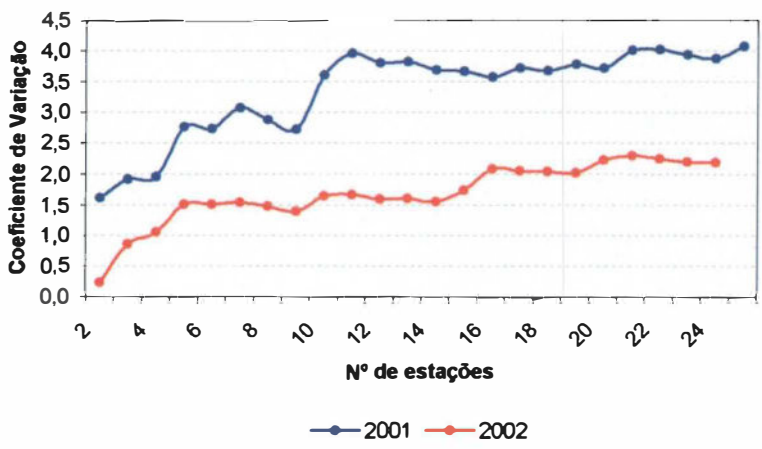


Gráfico 1.2. Variação da umidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade A.



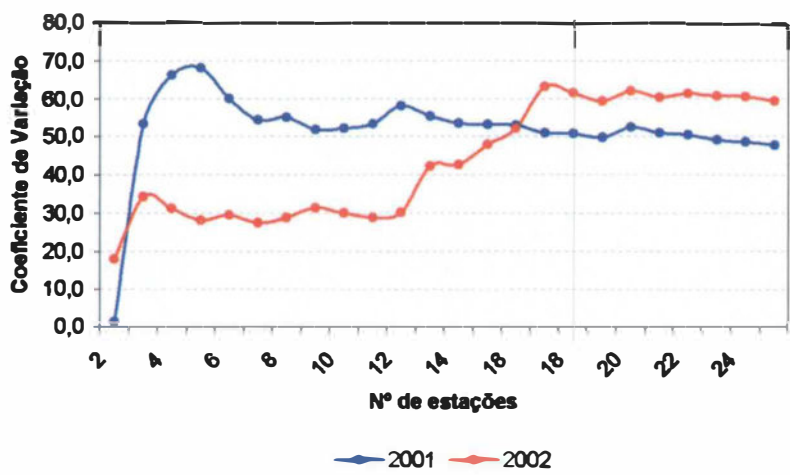


Gráfico 1.3. Variação da luminosidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade A.

Na Tabela 1.2 estão apresentados os coeficientes de variação das duas coletas (Junho e Agosto de 2001/2002) para as variáveis temperatura, umidade e luminosidade, com duas até 25 estações na grade B.

Tabela 1.2. Número de estações e seus respectivos coeficientes de variação para as variáveis temperatura, umidade relativa e luminosidade nas duas coletas da grade B.

Estações	Temperatura		Umidade		Luminosidade	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
2	0,08	4,93	0,00	13,12	11,15	96,40
3	0,29	4,27	0,00	11,19	12,28	89,28
4	0,39	3,79	0,00	9,91	29,25	84,49
5	0,89	3,41	0,08	8,92	30,79	90,14
6	0,84	3,13	0,07	8,14	30,97	79,17
7	0,84	2,90	0,07	7,54	28,89	80,95
8	0,80	2,90	0,12	7,66	27,78	74,42
9	0,78	2,75	0,11	7,26	26,77	80,88
10	0,77	2,62	0,11	6,89	28,62	84,41
11	0,76	2,56	0,11	6,58	32,66	88,13
12	0,77	2,47	0,11	6,39	31,15	93,37
13	0,74	2,40	0,16	6,20	29,82	87,24
14	0,78	2,32	0,16	5,97	28,78	93,18
15	0,76	2,31	0,15	5,87	29,14	97,46
16	0,75	2,28	0,15	5,70	31,20	101,54
17	0,75	2,25	0,18	5,61	32,03	96,96
18	0,73	2,27	0,17	5,61	33,73	95,83
19	0,74	2,35	0,17	5,77	79,11	91,87

Tabela 1.2. Número de estações e seus respectivos coeficientes de variação para as variáveis temperatura, umidade relativa e luminosidade nas duas coletas da grade B.(continuação)

Estações	Temperatura		Umidade		Luminosidade	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
20	0,72	2,43	0,17	5,87	80,09	95,13
21	0,71	2,40	0,17	5,90	78,97	94,51
22	0,73	2,34	0,17	5,77	76,95	94,63
23	0,72	2,38	0,17	5,83	74,31	94,40
24	0,77	2,37	0,21	5,70	106,23	91,20
25	0,76	2,35	0,21	5,79	106,69	94,03

Nos Gráficos 1.4 a 1.6 estão apresentadas as curvas dos coeficientes de variação para as três variáveis do microclima na grade B. Observa-se que as curvas dos dois anos para as variáveis temperatura, umidade e luminosidade, apesar de algumas diferenças nos resultados, possuem o mesmo padrão de variação. Diferentemente da grade A, a curva de luminosidade na grade B, apresentou-se mais estável no segundo ano e com uma maior amplitude de variação no primeiro. Todas as curvas na grade B estabilizaram em torno de cinco estações.

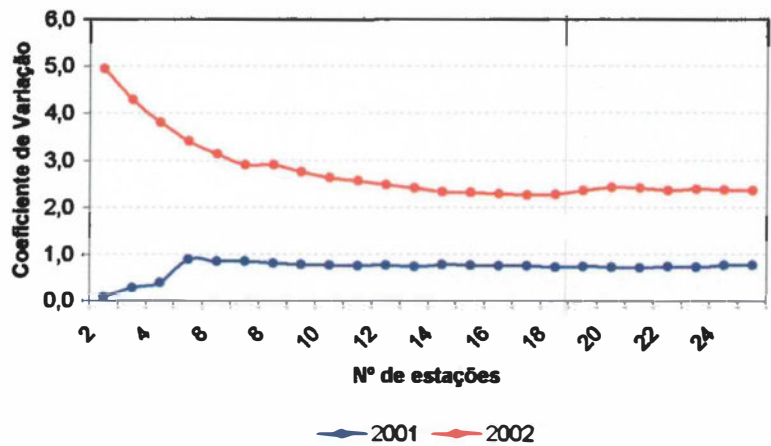


Gráfico 1.4. Variação da temperatura com duas até 25 estações em duas coletas na grade B.

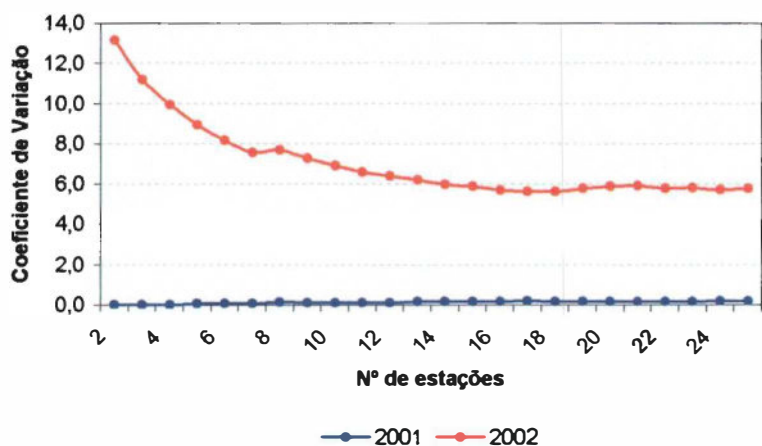


Gráfico 1.5. Variação da umidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade B.

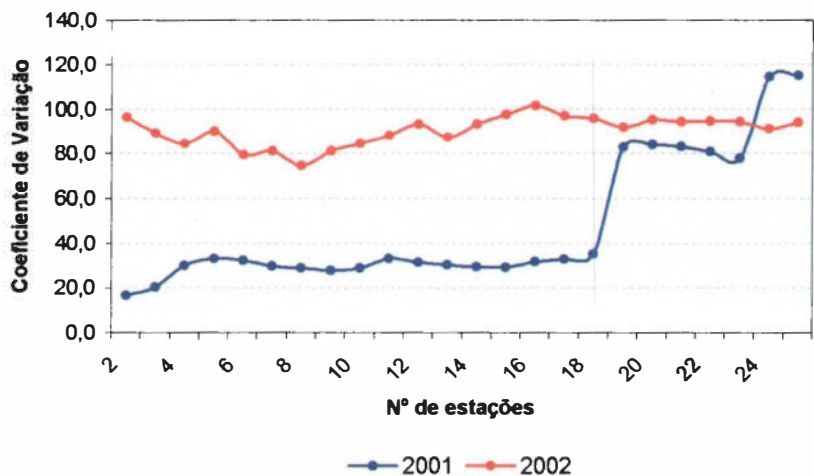


Gráfico 1.6. Variação da luminosidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade B.

Na Tabela 1.3 estão apresentados os coeficientes de variação das duas coletas (Junho e Agosto de 2001/2002) para as variáveis temperatura, umidade e luminosidade, com duas até 25 estações na grade C. Na coleta de 2001, os resultados só estão entre duas e 24 estações porque uma das estações apresentou problemas na programação e não registrou nenhuma medida.

Tabela 1.3. Número de estações e seus respectivos coeficientes de variação para as variáveis temperatura, umidade relativa e luminosidade nas duas coletas da grade C.

Estações	Temperatura		Umidade		Luminosidade	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
2	0,35	0,73	0,85	38,86	38,36	6,76
3	0,94	3,15	1,07	33,44	43,73	46,64
4	0,87	2,94	1,20	28,73	37,82	60,23
5	0,78	3,86	1,13	25,50	45,53	84,83
6	0,80	4,23	1,05	24,61	41,40	100,70
7	1,07	4,86	1,54	22,82	37,87	88,84
8	1,06	5,05	1,48	21,66	41,00	98,12
9	1,00	5,11	1,42	20,45	43,73	104,82
10	0,98	4,95	1,42	19,36	50,00	111,61
11	0,98	4,99	1,37	18,72	51,34	116,52
12	0,97	4,78	1,80	17,90	49,12	118,63
13	0,94	4,99	1,74	17,30	46,86	110,91
14	0,91	4,95	1,80	16,66	51,09	114,25
15	0,97	4,96	1,74	16,15	48,96	118,55
16	0,97	4,81	1,86	15,67	47,61	117,63
17	0,95	4,96	1,81	15,22	46,89	120,55
18	0,92	4,82	1,84	14,85	45,34	124,30
19	0,92	4,71	1,96	14,47	47,99	128,54
20	1,01	4,71	1,92	14,11	49,93	129,39
21	0,99	4,71	1,91	13,77	48,89	124,58
22	0,98	4,75	1,97	13,70	47,57	119,39
23	0,99	4,76	2,15	13,43	49,86	120,22
24	1,11	4,72	2,15	13,17	49,69	121,47
25	-	4,68	-	13,47	-	123,77

Nos Gráficos 1.7 a 1.9 estão apresentadas as curvas dos coeficientes de variação para as três variáveis do microclima na grade C. Observa-se que as curvas dos dois anos para as variáveis temperatura, umidade e luminosidade, apesar de algumas diferenças nos resultados, possuem o mesmo padrão de variação. As curvas de luminosidade dos dois anos apresentaram-se bem estáveis apesar da grande diferença entre seus resultados. Todas as curvas na grade C estabilizaram em torno de cinco estações.

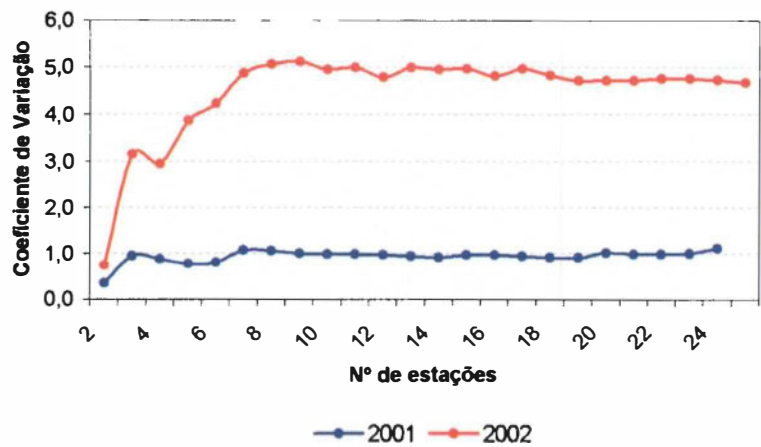


Gráfico 1.7. Variação da temperatura com duas até 25 estações em duas coletas na grade C.

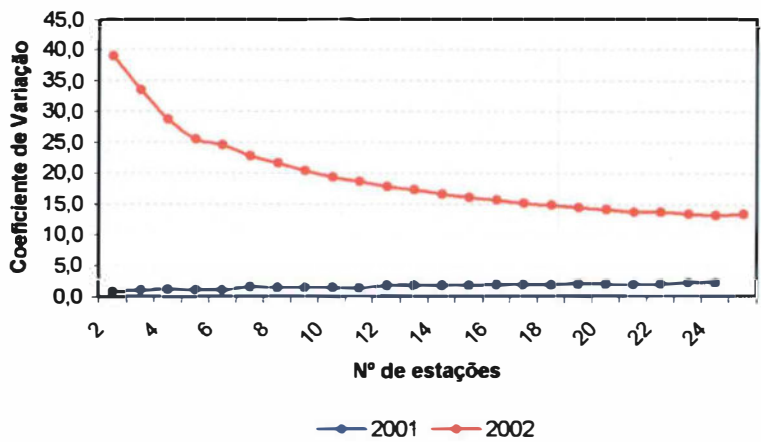


Gráfico 1.8. Variação da umidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade C.

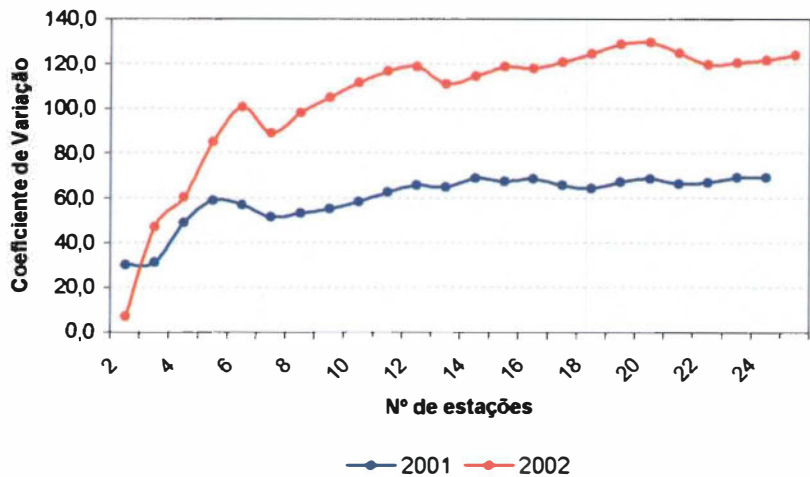


Gráfico 1.9. Variação da luminosidade com duas até 25 estações em duas coletas na grade C.

A extinção de luz na área de estudo nos dois anos pode ser observada nos Gráficos 1.10 e 1.11.

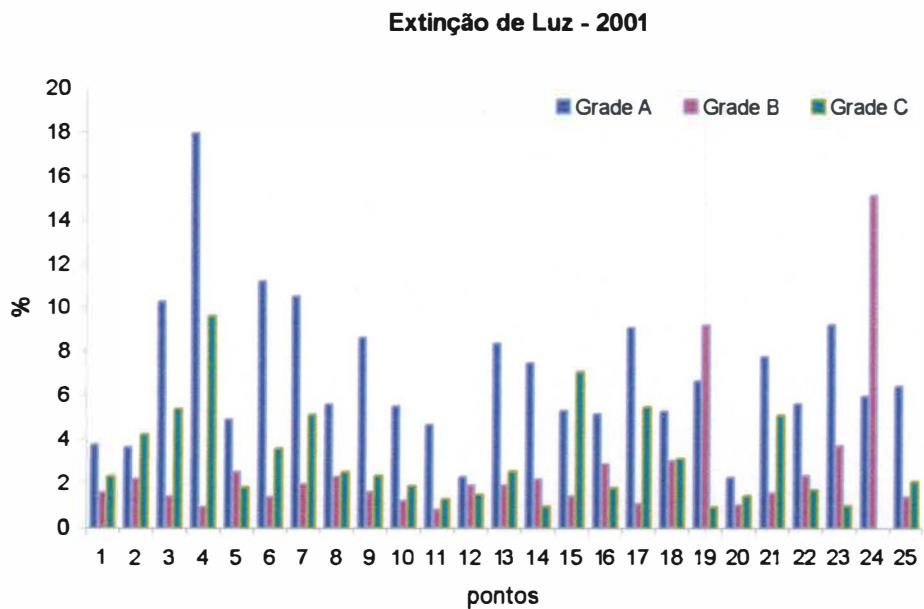


Gráfico 1.10. Extinção de luz nas três grades (A,B e C), em seus 25 pontos em 2001.

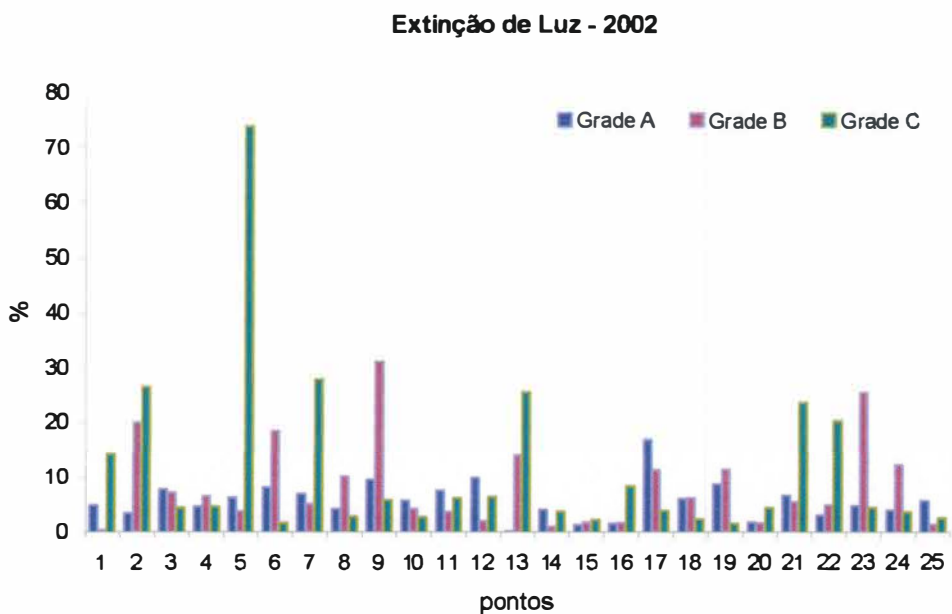


Gráfico 1.11. Extinção de luz nas três grades (A,B e C), em seus 25 pontos em 2002.

Como já foi dito, as medidas de luminosidade pretendem ser uma forma de quantificar a abertura do dossel. Para comprovar que o projeto do abrigo microclimático cria as condições necessárias para tanto, foram feitas correlações entre a luz média dos pontos e a cobertura do dossel medido segundo o método elaborado por Freitas *et al.* (2002). Outras correlações foram testadas com a inclinação do terreno e com medidas de densidade da vegetação ao redor do ponto de coleta (obstruções foliares verticais), também descritas em FREITAS *et al.* (2002). Todas as correlações foram negativas, mas apenas a correlação entre luz e dossel foi significativa com coeficiente ( $r = -0,26$ ,  $p < 0,05$ ,  $n=25$ ).

## 1.4. Discussão

Concluiu-se que os coeficientes de variação encontrados para as variáveis de temperatura e umidade foram considerados baixos ficando entre zero e 14. Para as grades B e C, as curvas de 2002 apresentaram em geral maiores valores que na grade A, no entanto, alterações entre os anos nas curvas são esperadas devido à variação temporal do microclima. Além disso, outro fator de grande influência são as mudanças nas condições do tempo, mas que nesse experimento mantiveram-se mais ou menos estáveis entre os dias de coleta. Já os coeficientes apresentados para a luminosidade foram razoavelmente mais elevados chegando a 130, no entanto, essa maior heterogeneidade era esperada já que, além de difusa, a luz que alcança a superfície do solo chega através de manchas de sol que passam pelos espaços entre as folhas e aberturas de variados tamanhos no dossel da floresta. Além disso, a alta heterogeneidade da intensidade de luz se deve a proporção média de luz que atinge o chão da floresta na área de estudo.

De acordo com os resultados dos testes descritos anteriormente observou-se que para a temperatura, umidade e luminosidade cinco estações são suficientes para

caracterizar a variação dessa área de floresta (0,64ha), já que todas as curvas estabilizaram em torno deste número de estações e algumas vezes até com um número menor, dependendo da variável. A definição do delineamento experimental pretendeu abranger de forma homogênea a área da grade, portanto para uma área quadrada sugere-se uma distribuição em forma de cruz que pegue os extremos e caminhe para o centro da área a ser amostrada.

Na extinção de luz em 2001, nenhum ponto ultrapassa 20% da luz externa no interior da floresta enquanto que no segundo ano, apesar de alguns valores um pouco maiores chegando a 30% a quantidade de luz que chega à superfície do solo continua dentro de uma amplitude similar. O pico com média de 74% encontrado no ponto 5 da grade C pode ser considerado uma eventualidade ocorrida no horário de sol a pino ou resultado de alguma modificação na estrutura da vegetação desse ponto, como, por exemplo, a abertura de uma clareira ocasionada pela queda de galhos ou árvores.

Os resultados encontrados pelas correlações feitas com o dossel, inclinação e obstruções foliares verticais indicam que, o tamanho da abertura de acrílico transparente e a padronização da separação dos dados de sol a pino são eficazes para o objetivo desejado, a partir do momento que só existiu correlação significativa com o dossel da floresta. A não correlação com os outros dois fatores, inclinação e densidade da vegetação ao redor do ponto, é um resultado positivo porque indica que o método utilizado está reduzindo essas influências e realmente só medindo indiretamente a abertura da vegetação acima da estação.

Em relação ao projeto da estação microclimatológica o principal ponto negativo, até o momento, é a eventual ocorrência de condensação de água no interior do abrigo, principalmente após dias de chuva. A ventilação projetada permite boa circulação de ar no abrigo, mas não impede que alguma quantidade de água escorra para dentro, acumulando-



se no fundo. De qualquer forma, sabe-se que a essa distância do chão da floresta as flutuações diárias de temperatura e umidade são menores que em estratos superiores, e que umidades relativas elevadas são comuns, tornando ainda mais difícil solucionar esse problema.

No desenho do abrigo, o ponto de abertura foi mal definido. O abrigo é composto por peças de acrílico separadas que foram posteriormente montadas conforme indicação de técnicos que trabalham com esse tipo de material. No entanto, não ficou definido a princípio o ponto de abertura para colocar e retirar o registrador automático do interior do abrigo. Por fim, a entrada utilizada foi a tampa de ventilação na frente do abrigo. Hoje percebe-se que, entre outras possíveis soluções, uma sugestão melhor para abrir e fechar a caixa seria fazer um friso de cada lado nas paredes laterais fixas e arrastar como uma “tampa de estojo” a parte superior inclinada, podendo assim encaixar e retirar a parte superior de acrílico transparente com facilidade. As paredes laterais poderiam ser feitas de um acrílico um pouco mais espesso, para comportar os frisos, e a placa de acrílico superior teria um comprimento um pouco maior, para que não houvesse problema de vedação.

Os suportes que afastam a estação do solo foram feitos de ferro, no entanto outros materiais mais leves podem facilitar o trabalho, especialmente, quando há necessidade de transportá-los em terrenos muito acidentados ou inclinados, ou a quantidade de estações utilizadas for grande.

Finalmente, pode-se completar que os registradores automáticos, além da praticidade, apresentam um bom funcionamento em florestas tropicais, não havendo nenhuma perda ou necessidade de reparo durante o primeiro ano de uso, apesar de algumas limitações técnicas discutidas anteriormente. Conclui-se que o método desenvolvido e testado é eficiente no estudo da ecologia de pequenos animais que vivem nessa camada de ar junto ao solo.

## 1.5. Conclusões

Depois de descritas todas as condições do estudo, suas implicações e os resultados dos testes, foi possível chegar às seguintes conclusões e considerações sobre algumas questões microclimáticas:

### *1.5.1. Sobre o número mínimo de estações para 0,64 hectares de Floresta Atlântica*

- ✓ Cinco estações são suficientes para caracterizar a variação de uma área de floresta de 0,64 hectares.
- ✓ A maior amplitude de variação da intensidade de luz é devida à maior variação espacial horizontal dessa variável, já que ela é dependente de diversos fatores que incluem: (1) densidade e estrutura da vegetação; (2) tipo de cobertura vegetal e (3) microtopografia; todos elementos com grande variação local.
- ✓ Os dados de extinção de luz demonstram que apesar dos diversos fatores associados à luminosidade nas camadas inferiores da floresta, a média pontual dessas porcentagens de luz manteve certa estabilidade.
- ✓ As variações das curvas entre os anos, mostrando flutuações um pouco distintas, são um efeito da variação temporal sobre os diversos elementos do ambiente. No entanto, o importante é que os padrões encontrados se mantiveram nas duas coletas para todas as variáveis.

### 1.5.2. Sobre o projeto da estação microclimatológica

- ✓ O tamanho da abertura de acrílico transparente e a padronização da separação dos dados de sol a pino são eficazes para o objetivo desejado, caracterizar a abertura do dossel.
- ✓ Muitas vezes as condições climáticas das florestas tropicais não são favoráveis à manutenção e durabilidade dos materiais e equipamentos. Os abrigos feitos de acrílico se mostraram eficientes em três aspectos principais: (1) são leves; (2) secam rapidamente após as chuvas; (3) apesar de quebrarem mais facilmente que a madeira têm melhor durabilidade em ambientes muito úmidos.
- ✓ A estação microclimatológica funcionou bem durante o período de estudo, mas seu projeto necessita alguns aprimoramentos.
- ✓ Os registradores automáticos funcionam bem em florestas tropicais.

## **1.6. Referências Bibliográficas**

ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, B.C. **The distribution and abundance of animals**. Chicago & London: University of Chicago Press., 1954. 782p.

ARAGÃO, M.B. **Sobre a vegetação de zonas úmidas do Brasil**. Revista Brasileira de Biologia, v. 21, n. 3, p. 317-324, 1961.

ASHTON, P.S. **Light intensity measurements in rain forest near Santarem, Brazil**. Journal of Ecology, v. 46, p. 65-70, 1958.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1988. 332p.

BELL, G.; LECHOWICZ, M.J. **Spatial heterogeneity at small scales and how plants respond to it.** In: Caldwell, M.M.; Pearcy, P.W. (eds.). *Exploitation of environmental heterogeneity by plants.* California: Academic Press, 1994. 429p.

CERQUEIRA, R. **Ecologia funcional de mamíferos numa restinga do Estado do Rio de Janeiro.** In: Esteves, F.A., Lacerda, L.D.(eds.) *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras.* Macaé, Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 2000. p. 189-212.

CHEN, J.; SAUNDERS, S.C.; CROW, T.R.; NAIMAM, R.J.; BROSOFSKE, K.D.; MROZ, G.D.; BROOKSHIRE, B.L.; FRANKLIN, J.F. **Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology.** *BioScience*, v. 49, n. 4, p. 288-297, 1999.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. **Microecology.** *Studies in Biology* nº 6, Edward Arnold Ltd., 1976. 48p.

DAU, L. **Microclimas das restingas do sudeste do Brasil: I - Restinga interna de Cabo Frio.** *Arquivos do Museu Nacional*, v. L, p. 79-134, 1960.

FREITAS, S.R.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M.V. **A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover.** *Revista Brasileira de Biologia*, v. 62, n. 4B, p. 795-800, 2002.

GEIGER, R. **The climate near the ground.** Cambridge: Harvard University Press, 1966.

LEMÉE, G. **Précis de Biogéographie.** Paris: Masson & C<sup>ie</sup>, Éditeurs, 1967. 358p.

MCLEAN, R.C. **Studies in ecology of tropical rain forest: with special reference to the forests of South Brazil – Introduction and Part I Humidity,** *Journal of Ecology*, v. 7, p. 5-54, 1919.

ONSET COMPUTER CORPORATION.. **BoxCar Pro 3.5 software for Windows.** User's Manual, 1995-1998. 21p.

POTTER, B.E.; TECLAW, R.M.; ZASADA, J.C. **The impact of forest structure on near-ground temperatures during two years of contrasting temperature extremes.** *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 106, p. 331-336, 2001.

RICHARDS, P.W. **The Tropical Rain Forest**. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge University Press., 1996. 575p.

SINCLAIR, B.J. **Biologically relevant environmental data: macros to make the most of microclimate recordings**. CryoLetters, v. 22, p. 125-134, 2001.

WMO-World Meteorological Organization. **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation - N° 8**. 6<sup>nd</sup> ed. Geneva, Switzerland: Secretariat of the World Meteorological Organization, 1996.

**CAPÍTULO 2**      *Caracterização da heterogeneidade espacial e variação  
temporal do microclima e microhabitat de uma área de  
Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro*

---

## Resumo

As variações espacial e temporal das características bióticas e abióticas do ambiente influenciam a distribuição de diversas espécies. O clima é um dos fatores ambientais mais importantes, pois afeta a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas. A heterogeneidade espacial do microclima vai estar distribuída em ambas direções, vertical e horizontal, e está sob forte influência do tipo de cobertura vegetal. Já a variação temporal desses mesmos elementos climáticos vai apresentar diferenças significativas dentro de regiões pequenas, mesmo quando em locais próximos. Esse trabalho tem como objetivo caracterizar o microclima e o microhabitat de três áreas características de Mata Atlântica, a partir da descrição das variações espaciais e temporais dessas características do ambiente, distribuídas em um leve gradiente altitudinal. Para a medição dos parâmetros microclimáticos foram utilizados registradores automáticos, e nas medições de microhabitat foram medidas oito variáveis propostas em Freitas *et al.* (2002). Os resultados mostram diferenças espaciais e temporais das variáveis microclimáticas e de microhabitat na área de estudo, onde a variação espacial do microclima pôde ser atribuída a diferenças de altitude e estruturais locais, e, sua variação temporal afeta a dinâmica do microhabitat.

Palavras-chave: microclima, microhabitat, Mata Atlântica

## Abstract

The spacial and temporal variations of the biotics and abiotics characteristics of environment influence the distribution of diverse species. The climate is one of the more important ambient factors, therefore it affects the structure and the functioning of ecosystems. The spacial heterogeneity of the microclimate goes to be distributed in both directions, vertical and horizontal, and is under strong influence of the type of vegetal covering. Already the temporal variation of these same climatic elements goes to present significant differences among small regions, even when the places are close. This work aim to characterize the microclimate and the microhabitat of three areas of Atlantic Forest, using the description of the spacial and temporal variations of these charactetistics of the environment, distributed in a small altitudinal gradient. For the measurement of the microclimatic parameters were used data loggers, and in the microhabitat characterization were measured eight variables proposed in Freitas *et al.* (2002). The results show spacial and temporal differences of the microclimatic and microhabitat variables in the study area, where the spacial variation of the microclimate could be attributed to the differences of altitude and in the local structural, and, its temporal variation affects the dynamics of the microhabitat.

Key-words: microclimate, microhabitat, Atlantic Forest



## 2.1. Introdução

As variações espacial e temporal das características bióticas e abióticas do ambiente influenciam a distribuição de diversas espécies, e, suas interações já vem sendo discutidas há bastante tempo (ELTON, 1927; HUTCHINSON, 1957; WHITTAKER *et al.* 1973).

O clima é um dos fatores ambientais mais importantes, pois afeta a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas (ZHENG *et al.*, 2000). Cada uma das variáveis climáticas envolvidas vai apresentar uma resposta espacial e temporal peculiar para as eventuais mudanças nos elementos estruturais, influenciando assim a distribuição das espécies. Portanto, a compreensão da interação entre as condições climáticas e a estrutura do ambiente são importantes em qualquer estudo que busque avaliar a dinâmica e os processos ecológicos de uma determinada região (CHEN *et al.*, 1999).

Sabe-se que a camada de ar mais próxima ao solo está sujeita às diferenças locais, e suas características peculiares são estudadas pela microclimatologia (GEIGER, 1966). Dependendo do processo ecológico a ser estudado, somente uma avaliação ambiental em pequenas escalas vai expressar as interações locais daquele ambiente, que, em muitos casos, não são possíveis de serem extrapoladas para escalas maiores (ROOT & SCHNEIDER, 1995).

A heterogeneidade espacial do microclima vai estar distribuída em ambas direções, vertical e horizontal (RICHARDS, 1996), e está sob forte influência do tipo de cobertura vegetal. Já a variação temporal desses mesmos elementos climáticos vai apresentar diferenças significativas dentro de regiões pequenas, mesmo quando em localidades próximas (POTTER *et al.* 2001).

Além da influência da cobertura vegetal, a temperatura, umidade e luminosidade serão afetadas também pela microtopografia, zênite solar, tipo e tamanho de aberturas do

dossel e distância relativa à borda em fragmentos de mata (GEIGER, *op. cit.*; MATLACK, 1993; DIDHAN & LAWTON 1999).

A interação da vegetação com as condições do meio circundante são muito fortes pela falta de mobilidade e, conseqüente, incapacidade das plantas em buscar condições mais favoráveis. Pode-se acompanhar esse processo através da estrutura espacial da vegetação, onde as plantas respondem a todo instante às flutuações de insolação, mudanças de temperatura e umidade entre dia e noite, variações na precipitação, disponibilidade de nutrientes entre outros elementos físicos do ambiente (BELL & LECHOWICZ, 1994). Para a investigação das variações microclimáticas novos equipamentos climáticos automáticos fornecem amplas bases de dados antes impossíveis de serem obtidas (CHEN *et al.*, 1995).

Esse trabalho tem como objetivo caracterizar o microclima e o microhabitat de três áreas características de Mata Atlântica, a partir da descrição das variações espaciais e temporais dessas características do ambiente, distribuídas em um leve gradiente altitudinal.

## 2.2. Materiais & Métodos

Na área de estudo estão montadas três grades de 0,64 hectares (A,B,C) com 25 pontos cada, sendo os pontos distantes 20m entre si, em altitudes diferentes de 748m, 652m e 522m, respectivamente. Os detalhes estão descritos na Área de Estudo.

As condições climáticas que prevaleceram durante o período de estudo são importantes para a avaliação da estrutura microclimática (POTTER *et al.* 2001). Portanto, estão descritas a seguir as condições climáticas dos dias de coleta de dados em cada mês do período de estudo:

(a) *Junho de 2001* – dias de sol, noites sem nuvens e temperatura amena.

*Junho de 2002* – dias de sol e noites sem nuvens com temperatura quente.

(b) *Agosto de 2001* – dias e noites encobertas com temperatura variando entre agradável e abafada.

*Agosto de 2002* – dias de sol, chuva e vento à noite e temperatura entre amena e quente.

(c) *Outubro de 2001* – dias encobertos, noites com chuva e muito vento e temperatura variando entre amena e quente.

*Outubro de 2002* – dias nublados com bastante chuva e temperatura quente.

(d) *Dezembro de 2001* – dias nublados, com chuva à tarde ou à noite e temperatura quente.

(e) *Fevereiro de 2002* – dias e noites com chuva, tempo alternando entre sol e nublado e temperatura um pouco fria.

(f) *Abril de 2002* – dias de sol, com chuva à tarde, noite sem nuvens e temperatura amena.

### 2.2.1. Microclima

Para as medições das variáveis microclimáticas foram utilizados 30 aparelhos *HOBO (H8 family) data logger* (ONSET COMPUTER CORPORATION, 1998) com leituras programadas da temperatura (°C), umidade relativa (%) e luminosidade (*lumens*), sendo colocados à 15cm do chão da floresta. Todas as excursões de campo tiveram uma estação controle fora da floresta com registros das mesmas variáveis nos mesmos intervalos de tempo.

Foram feitas duas coletas de dados microclimáticos repetidas no ano seguinte (Junho e Agosto de 2001, e em Junho e Agosto de 2002) em todos os pontos de cada grade, durante 24 horas com intervalos de 15 em 15 minutos. Esta coleta de dados só foi possível em uma grade por vez e permitiu apenas análises da heterogeneidade espacial dentro de cada grade.

Para a avaliação da heterogeneidade espacial e da variação temporal do microclima entre as grades (A,B,C) foram distribuídos nove aparelhos em forma de “X” (pontos 1/5/7/9/13/17/19/21/25 – ver pontos das grades em Área de Estudo) em cada uma das grades sendo as coletas de dados simultâneas. Foram feitas medições bimensais durante um ano (Outubro e Dezembro de 2001, Fevereiro, Abril, Junho, Agosto e Outubro de 2002). Cada coleta foi feita durante 5 noites, em intervalos de 15 em 15 minutos, sempre simultânea às medidas de microhabitat descritas mais abaixo.

Os dados de luz considerados nos resultados foram apenas aqueles do período de sol a pino, incluindo uma hora antes e uma depois. Em cada excursão de campo foram utilizados os registros do horário de nascer e pôr do sol do dia de observação para determinar o sol a pino (<http://www.canaldotempo.com> ou <http://br.weather.com>).

### 2.2.2. Microhabitat

Para caracterizar o microhabitat dos pontos de captura foi utilizado o método descrito em Freitas *et al.* (2002). A área de amostragem da vegetação é composta por uma estaca central (localizada próxima à estação de captura de pequenos mamíferos) e quatro estacas distanciadas a 3m do centro formando uma cruz nas direções norte, sul, leste e oeste. As estacas fixas são importantes para garantir que as medidas sejam sempre tomadas nos mesmos locais evitando que a variação temporal das variáveis seja resultado da variação da posição onde as medidas são tomadas.

São oito as variáveis observadas: cobertura de caules herbáceos e lenhosos (CHL), cobertura de folhíço (FOL), cobertura de pedras (PEDR), cobertura do dossel (DOSSEL), número de troncos caídos com perímetro maior que 20cm (TRONC) e obstrução foliar em três alturas (OFV1=0,00-0,50m, OFV2=0,50-1,00m, OFV3=1,00-1,50m). Todas as medidas, exceto TRONC, são obtidas usando uma tela de madeira gradeada (0,50x0,50m) contendo 100 quadrados vazados (Figura 2.1), através da qual obtém-se a porcentagem de cobertura vegetal de cada um dos pontos de captura.

Todas as variáveis são medidas nas cinco estacas com exceção das obstruções foliares e troncos caídos. A primeira é medida do ponto central em direção às estacas em redor, e a segunda é observada em toda a área interna às estacas. Posteriormente, as características de microhabitat (CHL, FOL, PEDR, OFV1, OFV2, OFV3, TRONC) são transformadas em área e o DOSSEL em somatório, representando a estação de captura (ver mais detalhes em FREITAS *et al.* 2002).

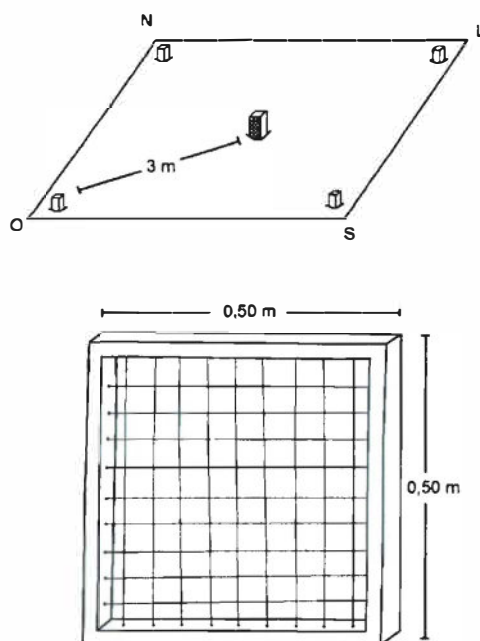


Figura 2.1. Esquema da área de amostragem da vegetação (acima) e da tela de madeira usada para medição das variáveis de microhabitat (abaixo).

### 2.2.3. Análise dos Dados

Na análise dos dados buscou-se comparar o microclima (temperatura média / máxima / mínima; umidade relativa média e luminosidade média) e o microhabitat (CHL, FOL, PEDR, DOSSEL, OFV1, OFV2 e OFV3 e TRONC), a fim de caracterizar suas variações no espaço e no tempo, além de possíveis relações entre essas variáveis. Para isso, utilizou-se a análise de Kruskal-Wallis, com o teste de Mann-Whitney *a posteriori* (ZAR, 1996), já que apenas a variável luminosidade seguiu a distribuição normal. Através dessa análise foram avaliadas as heterogeneidades espacial e temporal da área de estudo, tanto para as variáveis de microclima quanto do microhabitat, descrevendo assim as características que diferenciam as grades. Na análise de Kruskal-Wallis cada uma das variáveis foi comparada usando as grades e as excursões como fator. Quando as diferenças

foram consideradas significativas ( $p < 0,05$ ) essas variáveis foram comparadas par a par (grades e depois excursões para cada grade) através do teste de Mann-Whitney *a posteriori*.

A partir dos dados de luminosidade coletados em todos os pontos das grades (Junho e Agosto de 2001/2002) foi calculada a extinção de luz de cada um dos pontos das três grades. A extinção é considerada como uma porcentagem da luz média registrada em relação à observada fora da floresta, na estação controle. Foram feitas análises de variância (ANOVA) com teste de Scheffé *a posteriori* (ZAR, 1996) para comparar a extinção de luz das grades.

Além disso, com os dados dessas mesmas excursões (Junho e Agosto) mapeou-se as grades usando o programa *Surfer 8.0* (GOLDEN SOFTWARE, 2002) através do método de gradeamento *Krigging*, que expressa as tendências dos dados interpolando, neste caso, os valores médios das variáveis microclimáticas (temperatura, umidade relativa e luminosidade) de cada um dos 25 pontos de cada grade da área de estudo.

Foram feitas também curvas da flutuação diária das variáveis microclimáticas nas excursões de Dezembro de 2001 (período de chuva – 422,2mm) e de Agosto de 2002 (período de seca – 24,8mm), dos pontos 7/9/17/19 de cada uma das grades, durante quatro dias e cinco noites. Esses pontos foram selecionados por serem os quatro pontos mais centrais e equidistantes das grades de acordo com o delineamento experimental definido para as coletas com nove estações microclimáticas.

Finalmente, para colaborar na discussão dos resultados da variação temporal foram feitos histogramas da variação anual das variáveis microclimáticas e do microhabitat com as médias por grade e seus respectivos intervalos de confiança de 95%, calculados a partir do desvio padrão, indicando a margem de erro da média de cada amostra.

## 2.3. Resultados

As heterogeneidades espacial e temporal da área de estudo foram avaliadas para as 13 variáveis do microhabitat e correspondem aos dados coletados no período de Outubro de 2001 a Outubro de 2002, além das duas coletas de Junho e Agosto dos dois anos do período de estudo (2001 e 2002). Os resultados apresentados a seguir são relativos às seguintes variáveis: temperatura média (TMED), temperatura máxima (TMAX), temperatura mínima (TMIN), umidade relativa média (URMED), luminosidade média (LUZMED), cobertura de caules herbáceos e lenhosos (CHL), cobertura de folhiço (FOL), cobertura de pedras (PEDR), cobertura do dossel (DOSSEL), obstrução foliar de 0 a 0,50m (OFV1), obstrução foliar de 0,50 a 1m (OFV2), obstrução foliar de 1 a 150m (OFV3), número de troncos caídos (TRONC).

A 14ª variável estudada foi a extinção de luz (EXTLUZ) calculada apenas para as coletas de Junho e Agosto de 2001 e 2002.

### 2.3.1. Heterogeneidade espacial

A análise de Kruskal-Wallis apresentou diferença, entre as grades, em seis das 13 variáveis avaliadas: TMED, TMAX, TMIN, URMED, PEDR, OFV2. O teste de Mann-Whitney mostrou que a grade A é diferente das demais para TMAX e OFV2, que a grade B é diferente da grade C para URMED, e a grade C é diferente em TMED e TMIN. Todas as grades apresentaram diferença na cobertura de pedras (PEDR). Os resultados da análise de Kruskal-Wallis e do teste de Mann-Whitney *a posteriori* estão apresentados nas Tabelas 2.1 e 2.2.



Tabela 2.1. Comparação das grades usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através da análise de Kruskal-Wallis.

VARIÁVEL	H	p
TMED	29,70	0,00
TMÁX	6,49	0,00*
TMIN	18,11	0,00*
URMED	6,24	0,04*
LUZMED	0,57	0,75
CHL	1,87	0,39
FOL	1,22	0,54
PEDR	25,29	0,00*
DOSSEL	1,92	0,38
OFV1	1,14	0,56
OFV2	14,76	0,00*
OFV3	4,61	0,01
TRONC	0,95	0,62

\* $p < 0,05$

Tabela 2.2. Comparação par-a-par das grades usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney *a posteriori*.

Variável	Grade	p	Resultado
TMED	A/C	0,00*	Grade C
	A/B	0,05	diferente
	B/C	0,00*	Grades A e B
TMÁX	A/C	0,00*	Grade A
	A/B	0,03*	diferente
	B/C	0,13	Grades B e C
TMIN	A/C	0,00*	Grade C
	A/B	0,6	diferente
	B/C	0,00*	Grades A e B
URMED	A/C	0,10	Grade B
	A/B	0,20	diferente
	B/C	0,00*	Grade C
PEDR	A/C	0,00*	Todas diferentes
	A/B	0,00*	
	B/C	0,002*	
OFV2	A/C	0,04*	Grade A
	A/B	0,01*	diferente
	B/C	0,7	Grades B e C

\* $p < 0,05$

Os mapas de contorno microclimático das três grades, nos meses de Junho e Agosto dos anos de 2001 e 2002, estão apresentados no Anexo 2.1 (Figuras 2.2 a 2.10) e nos dão uma idéia da distribuição interna das variáveis TMED, URMED e LUZMED em cada uma das grades. Na grade A, a distribuição espacial da temperatura e umidade (Figuras 2.2 a

2.7) mantiveram-se similares entre os anos com uma faixa central mais fria e mais úmida. Na grade B houve uma inversão entre as áreas de maior e menor temperatura, enquanto a umidade quase não apresentou variação espacial no primeiro ano, acontecendo o inverso no segundo ano, onde a distribuição dessa variável foi bem mais heterogênea. Finalmente, a temperatura da grade C quase não variou em 2001, e, em 2002, formaram-se corredores com temperaturas mais elevadas. A umidade dessa grade apresentou uma área central mais seca nos dois anos, mas, de maneira geral, a umidade da grade é bem homogênea, exceto pelo ponto 25, próximo a um pequeno rio, que em um ano foi o mais úmido e no outro o mais seco. Vale observar que para as variáveis TMED e URMED, a amplitude de variação foi quase insignificante em 2001 e bem mais heterogênea em 2002. De maneira geral, a grade A foi aquela que apresentou a estrutura do seu microclima mais estável entre as duas coletas de dados.

Para os dados de luminosidade (Figuras 2.8 a 2.10 – Anexo 2.1), os mapas de contorno são muito diferentes, mostrando uma distribuição de clareiras distinta entre 2001 e 2002. No entanto, seus resultados, apesar de diferentes, aparentemente devido ao curto período da coleta (24 horas), indicam corretamente os pontos mais elevados ou de vegetação sabidamente mais aberta, e que estão mais expostos à luz, mesmo nos estratos inferiores da floresta.

A ANOVA feita para a EXTLUZ das grades mostrou diferenças: entre as grades ( $p < 0,01$ ), entre as duas coletas de 2001 e 2002 ( $p < 0,00$ ) e na interação desses dois fatores ( $p < 0,00$ ). As grades B e C foram diferentes entre os anos ( $p < 0,00$ ), mas a grade A não mostrou diferença ( $p < 0,11$ ). Já entre as grades houve diferença no ano de 2001 ( $p < 0,00$ ), mas essa diferença não apareceu em 2002 ( $p < 0,49$ ). Por fim, o teste de Scheffé *a posteriori*, para o ano de 2001, mostrou que a grade A é diferente para EXTLUZ. A amplitude da EXTLUZ da grade A manteve-se de 2 a 18% nos dois anos de coleta. Já a

grade B variou de 1 a 15% (2001) e 1 e 31% em (2002), enquanto a grade C variou de 1 a 10% (2001) e 2 a 28% (2002). Na Tabela 2.3, os valores de EXTLUZ encontrados nos 25 pontos de cada grade nas duas coletas foram separados em sete classes. Observa-se que a grade A foi diferente das demais grades e mais estável nos resultados de luminosidade, predominando os valores entre 5 – 9%. Já nas grades B e C os valores entre 1-4% foram mais comuns, demonstrando que essas grades tendem a ter um dossel mais fechado que a grade A.

Tabela 2.3. Frequência em classes de extinção de luz para as três grades da área de estudo nas duas coletas (2001 e 2002).

EXTLUZ (%)	Grade A		Grade B		Grade C	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
1 – 4	16	36	92	40	75	52
5 – 9	68	56	4	24	21	20
10 – 14	12	4	-	20	4	4
15 – 19	4	4	4	8	-	-
20 – 24	-	-	-	-	-	8
25 – 30	-	-	-	4	-	12
> 30	-	-	-	4	-	4

O acompanhamento da flutuação diária das variáveis microclimáticas apresenta diferenças entre as grades e entre as estações chuvosa e seca, o que colabora para a compreensão da distribuição dos padrões dessas variáveis na área de estudo. Esses resultados estão apresentados no Anexo 2.2 (Gráficos 2.1 a 2.18), sendo os horários de nascer e pôr-do-sol, respectivamente, no período de chuva, 6:00 e 19:30 horas, e, no período de seca, 6:30 e 17:30 horas. Os valores de temperatura e luminosidade foram bem inferiores na seca em relação ao período de chuva, e para todas as variáveis as flutuações na seca foram menores e as curvas bem mais suaves. O período de sol a pino mostrou bem as diferenças do microclima entre os pontos, com diferenças na quantidade de luz que chega ao chão da floresta, e, conseqüentemente demonstrando diferenças estruturais de

sub-bosque e dossel entre esses pontos. Os pontos variaram em intensidade de luz, mas apresentaram padrões que se repetiram ao longo dos dias. O aquecimento matinal causou a instabilidade nas curvas, enquanto o resfriamento a tarde estabiliza progressivamente essas mesmas curvas, reduzindo as oscilações.

No período chuvoso (Gráficos 2.1 a 2.9 – Anexo 2.2) a amplitude entre a TMAX e TMIN é maior na grade A e menor na grade C, sendo que, de maneira geral, observa-se que a temperatura começa a subir duas horas depois do nascer do sol e já chega a valores bem próximos dos noturnos às 17:00 horas. A umidade acompanha a mesma dinâmica da temperatura, predominando, em todas as grades, noites com 100% de umidade relativa. Os dias onde ocorreram algumas variações, por exemplo, a umidade decrescer em alguns pontos antes do nascer-do-sol, devem-se provavelmente a modificações na dinâmica dos ventos. As duas primeiras noites mais secas mostram bem esse fenômeno, pois foram noites encobertas com muito vento. Finalmente, a luminosidade acompanha as flutuações das variáveis anteriores, iniciando sua elevação às 8:00 horas e ficando quase escuro às 17:00 horas. Os picos de luz estão entre 10:00 e 13:00 horas, com algumas exceções, que podem ser causadas por nuvens ou ventos, que, no último caso, movimentam o dossel e podem provocar maiores entradas de luz apenas temporárias.

No período seco (Gráficos 2.10 a 2.18 – Anexo 2.2), a amplitude entre a TMAX e TMIN é muito pequena, sem diferença entre as curvas das três grades. Com dias mais curtos a temperatura começa a subir cerca de duas horas e meia depois do nascer-do-sol e já apresenta valores próximos aos noturnos às 16:00 horas. A umidade não apresentou um padrão definido e nem acompanhou a temperatura. Apresentou uma variação muito pequena e as variações aparentaram estar associadas a algum outro fator que não a presença ou ausência de luz, e sim chuva ou vento. A excursão de agosto de 2002 foi marcada por dias ou noites de chuva, revezados com dias de sol e ventanias. Já a

luminosidade tem seus picos, juntamente com quase toda a flutuação do dia, restritos ao período de 11:00 às 14:00 horas, portanto, com uma dinâmica bem distinta do período chuvoso.

2.3.2. *Heterogeneidade temporal*

A variação temporal foi calculada nas grades separadamente, também utilizando a análise de Kruskal-Wallis, e apresentou diferença para todas as variáveis do microclima nas três grades. Já as variáveis do microhabitat que variaram no tempo foram: CHL na grade A, FOL nas grades A e C, e DOSSEL nas grades B e C (Tabela 2.4).

Tabela 2.4. Variação temporal das variáveis microclimáticas e de microhabitat, através da análise de Kruskal-Wallis, entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) para as três grades.

VARIÁVEL	Grade A		Grade B		Grade C	
	H	p	H	p	H	p
TMED	50,10	0,00*	56,71	0,00*	50,12	0,00*
TMÁX	49,54	0,00*	38,05	0,00*	44,85	0,00*
TMIN	58,71	0,00*	58,06	0,00*	58,48	0,00*
URMED	53,35	0,00*	44,77	0,00*	53,42	0,00*
LUZMED	44,38	0,00*	34,47	0,00*	23,93	0,00*
CHL	23,79	0,00*	8,13	0,23	10,49	0,12
FOL	19,77	0,00*	10,97	0,09	17,65	0,01*
PEDR	5,91	0,43	7,65	0,26	2,89	0,82
DOSSEL	12,25	0,06	17,39	0,01*	26,02	0,00*
OFV1	3,67	0,72	4,26	0,64	11,21	0,08
OFV2	5,52	0,48	7,72	0,26	7,58	0,27
OFV3	4,21	0,65	4,44	0,62	10,61	0,10
TRONC	4,92	0,55	10,93	0,09	7,57	0,27

\*p<0,05

Os resultados do teste de Mann-Whitney *a posteriori*, para as variáveis que apresentaram variação temporal em cada grade, estão apresentados nas Tabelas 2.5 a 2.7, tanto para o microclima quanto para o microhabitat.

Tabela 2.5. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney *a posteriori* para a grade A.

<b>Variáveis Microclimáticas (Grade A)</b>							
<b>TMÉD</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Fev02	-	-	-	0,00*	0,00*	0,96	0,12
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,03*
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,20
<b>TMÁX</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Fev02	-	-	-	0,20	0,33	0,17	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,12	0,31	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,13	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,00*
<b>TMÍN</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,21
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,02*	0,00*	0,00*
Fev02	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,00*
<b>URMÉD</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,29	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,27	0,70
Fev02	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,45
<b>LUZMÉD</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,39	0,00*	0,63	0,03*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,02*	0,23
Fev02	-	-	-	0,00*	0,00*	0,02*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,83	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,04*

\* $p < 0,05$

Tabela 2.5. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney *a posteriori* para a grade A. (continuação)

Variáveis do Microhabitat (Grade A)							
CHL	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,67	0,10	0,07	1,00	0,02*	0,02*
Dez01	-	-	0,51	0,35	0,57	0,00*	0,02*
Fev02	-	-	-	0,89	0,13	0,00*	0,01*
Abr02	-	-	-	-	0,10	0,00*	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,03*	0,06
Ago02	-	-	-	-	-	-	1,00
FOL	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,16	0,15	0,00*	0,36	0,63	0,27
Dez01	-	-	0,93	0,02*	0,66	0,13	0,03*
Fev02	-	-	-	0,23	0,48	0,09	0,02*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,27	0,11
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,63

\**p*<0,05

Tabela 2.6. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney *a posteriori* para a grade B.

Variáveis Microclimáticas (Grade B)							
TMÉD	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Fev02	-	-	-	0,00*	0,00*	0,56	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,31
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,00*
TMÁX	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,79
Fev02	-	-	-	0,41	0,08	0,01*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,04*	0,06	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,01*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,00*
TMÍN	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Fev02	-	-	-	0,00*	0,01*	0,29	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,00*

\**p*<0,05

Tabela 2.6. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney *a posteriori* para a grade B. (continuação)

Variáveis Microclimáticas (Grade B)							
<b>URMÉD</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,02*	0,08	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,01*	0,15	0,08
Fev02	-	-	-	0,01*	0,00*	0,00*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,04*	0,03*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,69
<b>LUZMÉD</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,01*	0,35	0,23	0,02*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,01*	0,00*	0,08	0,83
Fev02	-	-	-	0,01*	0,39	0,00*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,23	0,10	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,02*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,04*

Variáveis do Microhabitat (Grade B)							
<b>DOSSEL</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,72	0,29	0,60	0,01*	0,82	0,54
Dez01	-	-	0,47	0,72	0,00*	0,54	0,43
Fev02	-	-	-	0,63	0,00*	0,25	0,14
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,40	0,19
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,01*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,76

\**p*<0,05

Tabela 2.7. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney *a posteriori* para a grade C.

Variáveis Microclimáticas (Grade C)							
<b>TMÉD</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Fev02	-	-	-	0,00*	0,83	0,20	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,82
Jun02	-	-	-	-	-	0,17	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,04*
<b>TMÁX</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,38
Fev02	-	-	-	0,40	0,45	0,12	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,31	0,20	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,20	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,00*

\**p*<0,05



Tabela 2.7. Comparação par-a-par entre os meses (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) usando as variáveis microclimáticas e de microhabitat através do teste de Mann-Whitney *a posteriori* para a grade C. (continuação)

Variáveis Microclimáticas (Grade C)							
<b>TMÍN</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Fev02	-	-	-	0,00*	0,00*	0,10	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,00*
<b>URMÉD</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,00*	0,00*	0,01*	0,00*	0,00*	0,00*
Dez01	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,35	0,04*
Fev02	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,00*	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,02*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,15
<b>LUZMÉD</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,01*	0,02*	0,18	0,18	0,21	0,01*
Dez01	-	-	0,00*	0,04*	0,31	0,04*	0,40
Fev02	-	-	-	0,01*	0,02*	0,02*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,63	0,96	0,12
Jun02	-	-	-	-	-	0,27	0,83
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,12
Variáveis do Microhabitat (Grade C)							
<b>FOL</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,23	0,92	0,63	0,81	0,06	0,01*
Dez01	-	-	0,15	0,40	0,17	0,27	0,05
Fev02	-	-	-	0,51	0,86	0,02*	0,00*
Abr02	-	-	-	-	0,69	0,06	0,00*
Jun02	-	-	-	-	-	0,04*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,96
<b>DOSSEL</b>	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02
Out01	-	0,89	0,56	0,06	0,00*	0,12	0,34
Dez01	-	-	0,35	0,02*	0,00*	0,06	0,23
Fev02	-	-	-	0,20	0,01*	0,35	0,89
Abr02	-	-	-	-	0,00*	0,75	0,20
Jun02	-	-	-	-	-	0,00*	0,00*
Ago02	-	-	-	-	-	-	0,33

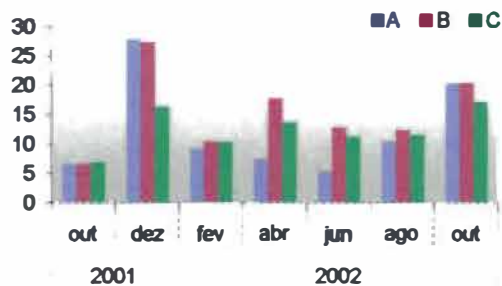
\* $p < 0,05$

Observa-se, para o microclima, uma maior variação temporal da TMED nas grades A e B, no entanto, as três grades são bem semelhantes, apresentando as mesmas diferenças entre quase todos os meses. O mesmo acontece com a TMAX e TMIN, sendo que a TMAX tem uma distribuição da variação similar entre A e C, e a TMIN é igual nas três grades. Quanto a URMED as grades A e B apresentam a distribuição da variação igual e a grade C tem uma maior variação temporal. Finalmente, a LUZMED apresenta maior variação na grade A e menor na grade C.

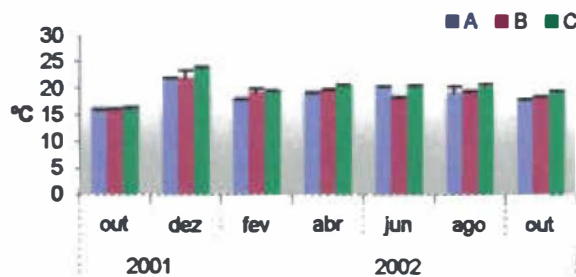
No microhabitat apenas três variáveis foram avaliadas: CHL, FOL e DOSSEL. A variação do FOL concentrou-se entre os meses mais chuvosos e secos nas grades A e C. DOSSEL, nas grades B e C, concentrou toda sua variação em Junho, mês mais seco do ano de coleta. Por fim, na grade A, assim como DOSSEL, CHL apresentou toda sua variação em meses secos, como Agosto e Outubro de 2002.

Nas Figuras 2.11 e 2.12 pode-se observar a variação temporal das médias por grade de todas as variáveis tratadas nesse trabalho, incluindo a variação anual da amplitude da temperatura e excluindo PEDR. No microclima (Figura 2.11) a amplitude da temperatura é maior na chuva e menor na seca principalmente na grade A, reduzindo essa diferença nas grades B e C, respectivamente. TMED mostra um pequeno aumento no mês mais chuvoso (Dezembro), mas se mantém bem estável ao longo do ano. TMIN é bem similar a TMED com seus picos no ápice da chuva (Dezembro) e da seca (Junho), enquanto TMAX apresenta uma maior flutuação também acompanhando os períodos de chuva (valores maiores) e seca (valores menores). URMED apresenta-se bastante estável ao longo do ano, baixando um pouco no período mais seco (Junho) nas grades A e C. Finalmente, LUZMED flutua enormemente ao longo do ano, o que está bastante associado à variação da posição do sol (zênite) entre as estações do ano e à topografia local. Entretanto seus maiores valores estão no mês mais chuvoso (Dezembro).

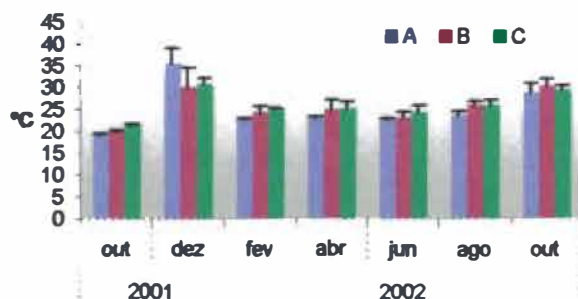
Amplitude temperatura



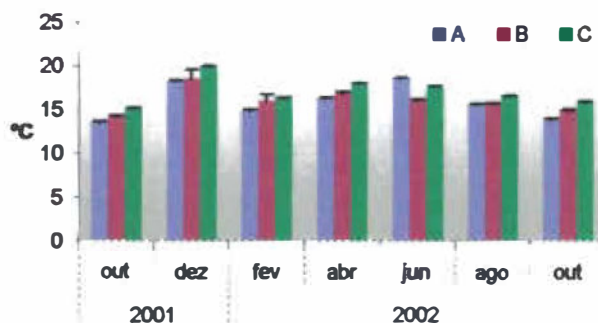
Temperatura média



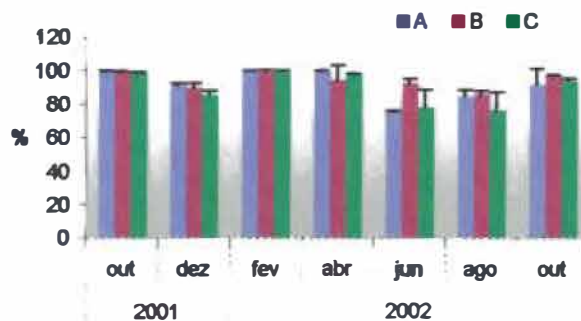
Temperatura máxima



Temperatura mínima



Umidade relativa



Luminosidade média

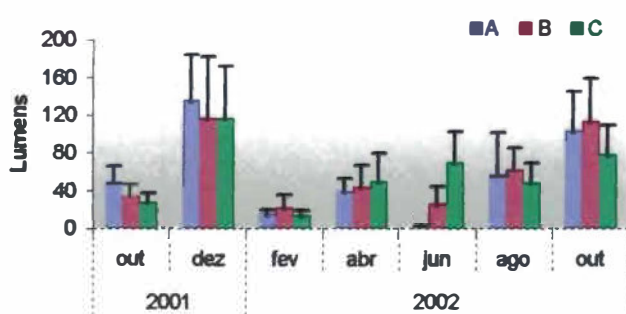
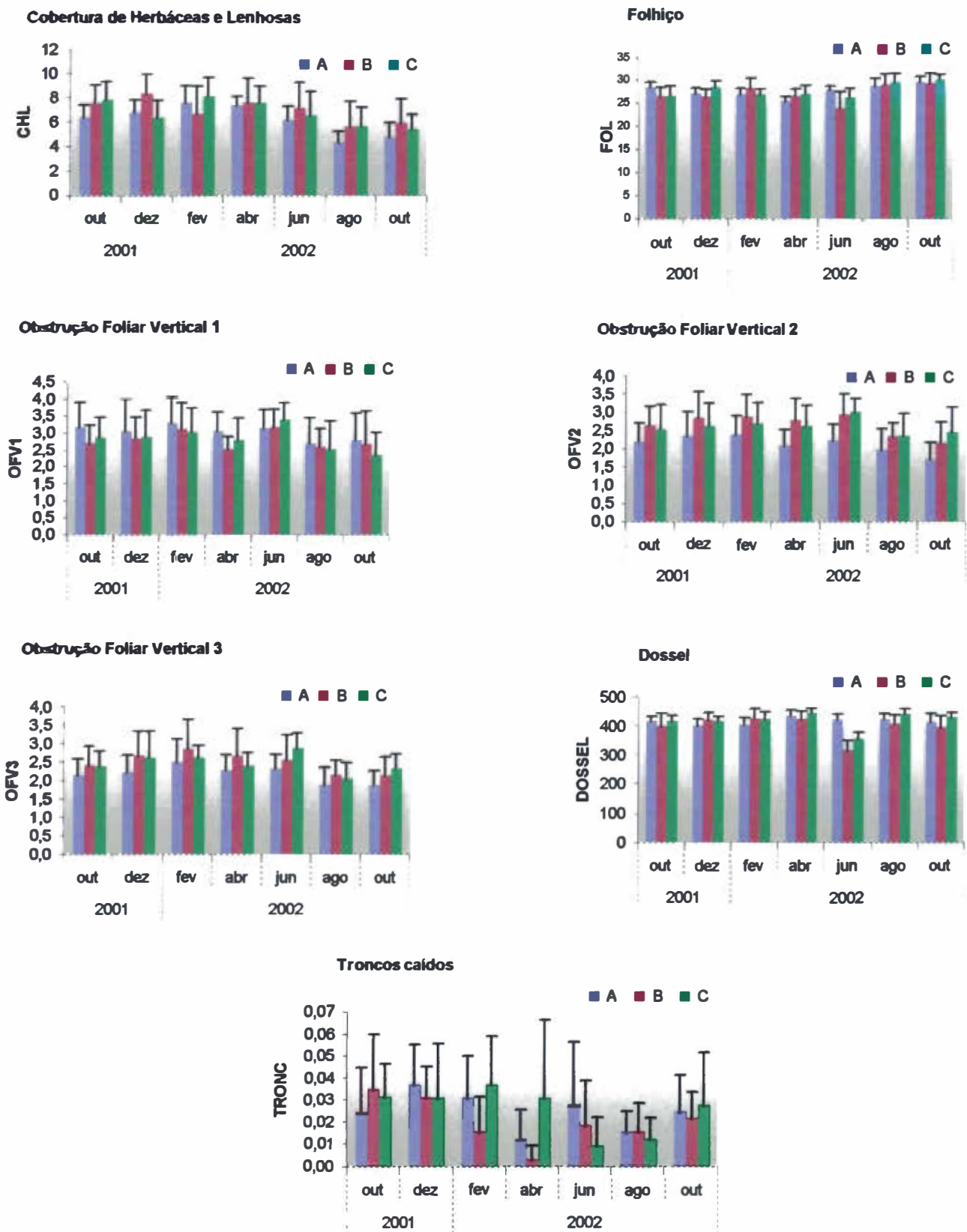


Figura 2.11. Histogramas mostrando a variação temporal (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) das variáveis microclimáticas nas três grades da área de estudo. As barras do histograma representam a média dos nove pontos medidos em cada grade, e a linha preta é o intervalo de confiança (95%) calculado a partir do desvio padrão de cada amostra de pontos.

O microhabitat (Figura 2.12) apresenta uma variação suave para a maioria das variáveis, no entanto, seus intervalos de confiança são maiores do que os encontrados para as variáveis microclimáticas. A variação do FOL é quase insignificante caindo um pouco durante a seca nas grades B e C, e, no fim das chuvas na grade A. As variáveis OFV1, OFV2, OFV3, além de DOSSEL e CHL, são bastante relacionadas. DOSSEL diminui na seca nas grades B e C, e quando há a redução do DOSSEL, OFV1, OFV2 e OFV3 aumentam nessas mesmas grades. O inverso acontece quando o DOSSEL volta a aumentar, e padrão similar acontece com a CHL que, assim como as obstruções, têm seus menores valores em Agosto. Por fim, TRONC não apresenta nenhum padrão muito definido, no entanto, seus maiores valores estão nos meses mais chuvosos.



**Figura 2.12.** Histogramas mostrando a variação temporal (Outubro de 2001 a Outubro de 2002) das variáveis de microhabitat nas três grades da área de estudo. As barras do histograma representam a média dos nove pontos medidos em cada grade, e a linha preta é o intervalo de confiança (95%) calculado a partir do desvio padrão de cada amostra de pontos.

## 2.4. Discussão

A importância e influência do microclima variam entre florestas, no tempo e sob condições climáticas distintas (CHEN *et al.*, 1999). Os resultados mostram diferenças espaciais e temporais das variáveis microclimáticas e do microhabitat na área de estudo. Observou-se a predominância de excursões com ocorrência de chuvas, regulares ou eventuais, exceto para o mês de Junho, fenômeno característico das regiões de serras altas do litoral Sudeste do Brasil. A descrição detalhada do Macroclima da região está na Área de Estudo.

Vale lembrar que na definição do método foram feitas correlações entre a luz média dos pontos e a cobertura do dossel, a fim de confirmar se a medição da luminosidade estava representando a abertura do dossel como desejado. Os resultados encontrados pelas correlações feitas com o dossel, inclinação e obstruções foliares verticais indicaram que o método é eficaz para o objetivo desejado, a partir do momento que só existiu correlação significativa com o dossel da floresta. A não correlação com os outros dois fatores, inclinação e densidade da vegetação ao redor do ponto, é um resultado positivo porque indica que o método utilizado está reduzindo essas influências e realmente só medindo indiretamente a abertura da vegetação acima da estação. Considerações mais detalhadas sobre esse assunto estão no Capítulo 1.

### 2.4.1. Heterogeneidade espacial

A separação entre microclimas no plano horizontal está associada a diversos fatores: macro e microtopografias, tipo e qualidade do solo e variações da estrutura da cobertura vegetal (DAU, 1960).

A presença de cobertura vegetal modifica a dinâmica climática da região, a partir do momento que a superfície limite com a atmosfera deixa de ser o solo e passa para o dossel superior da floresta. Portanto, assim como o solo, em uma cobertura vegetal mais fechada os órgãos das plantas também recebem e emitem radiação, evaporando e efetuando trocas de calor com o ar circundante (GEIGER, 1966).

As comparações espacial e temporal da temperatura têm seus resultados dependentes da magnitude das variações no conjunto das temperaturas, média, máxima e mínima (POTTER *et al.*, 2001). A comparação entre as grades da área de estudo mostrou que TMAX é diferente na grade A e TMED e TMIN na grade C. O mesmo sendo confirmado nas curvas de flutuação diária da temperatura onde a amplitude dessa variável é maior na grade A e menor na grade C, tanto na estação seca quanto chuvosa. Esse padrão constante está associado ao gradiente altitudinal, onde a grade A, em maior altitude, apresenta TMAX menor e a grade C, em menor altitude, TMED e TMIN maiores. A grade B, em altitude intermediária, tem maior semelhança com a grade A, pois não apresenta diferenças na TMED e TMIN, apenas na TMAX. Os aumentos na temperatura máxima são associados às diferenças estruturais do local, enquanto, aumentos na temperatura mínima e do solo são independentes do local (POTTER *et al.*, *op. cit.*), já que durante a noite a cobertura vegetal se comporta de forma similar ao solo durante as trocas de radiação, ou seja, como um corpo negro (GEIGER, *op. cit.*). Vale observar, que de maneira semelhante ao que foi observado nesse trabalho no plano horizontal, sabe-se que também nos estratos verticais da floresta a temperatura mínima não apresenta diferenciação, mantendo-se bastante constante entre os diferentes estratos, enquanto as temperaturas médias e máximas vão diminuir dentro da floresta do dossel em direção ao solo (RICHARDS, 1996).

A umidade relativa durante o dia é máxima próximo ao solo, com maior média e menor amplitude diárias junto ao solo (GEIGER, *op. cit.*). No chão da floresta a umidade

tende a manter-se acima de 90% durante todo o dia, e os 100% noturnos só são reduzidos pelo aumento da temperatura. Além disso, sabe-se que todos os estratos da floresta tendem a atingir a saturação à noite (RICHARDS, *op. cit.*).

As comparações entre as grades mostraram que a URMED da grade B é diferente da grade C, e ambas se parecem com a grade A. Na flutuação diária entre estações de seca e chuva a umidade acompanhou os padrões da temperatura, principalmente no período chuvoso, com maiores valores de umidade na grade A e menores na grade C, aparentemente acompanhando também o gradiente altitudinal, mas apresentando quase sempre os padrões de saturação noturna esperados. No entanto, características estruturais de cada área estudada vão definir essa maior complexidade dos resultados. Os mapas de contorno de TMED e URMED das três grades mostraram a estrutura do microclima mais estável na grade A, que manteve a distribuição espacial interna dessas variáveis durante o ano de coleta. As grades B e C apresentaram algumas inversões entre áreas quentes e frias ou úmidas e secas, variando bem mais sua distribuição espacial interna, apesar de todas essas amostragens terem acontecido em tempos diferentes, foram feitas em condições climáticas semelhantes entre os anos. Portanto, atribuiu-se a essa maior instabilidade, entre outras possíveis influências, um fator principal comum às duas áreas, que é a presença de corpos d'água próximos. Na grade B o rio Iconha, largo de corredeira, passa ao lado de uma das laterais dessa área, e na grade C um rio de menor porte atinge uma área menos extensa, mas que demonstra sua influência nos mapas de contorno (ver mapas das grades na Área de Estudo). Portanto, esse tipo de ambiente vai apresentar uma maior evaporação, o que afeta a temperatura e umidade locais.

Gradientes de altitude, inclinação e exposição afetam diretamente os padrões espaciais e temporais do microclima (GEIGER, *op. cit.*; CHEN *et al. op. cit.*). A quantidade de luz que atinge a superfície do solo depende da densidade da cobertura



vegetal, o que não se torna tarefa simples, já que no solo florestal alternam-se manchas claras com sombras densas, e que com o movimento do sol este mosaico vai sofrendo uma modificação contínua (GEIGER, *op. cit.*). Existem dois tipos principais de luminosidade (TARIFA, 1981): (1) a direta que depende da exposição e do ângulo de inclinação, e, (2) a difusa que depende apenas da inclinação e tipo de cobertura, sendo a mesma para todos os tipos de exposição. Muito da luz que chega ao solo, em dias de sol e em todos os dias nublados, é de natureza difusa (refletida ou dispersa) ao invés de direta (RICHARDS, *op. cit.*). Portanto, vegetações similares podem não indicar mesmas condições microclimáticas dependendo das diferenças topográficas (CHEN *et al.*, *op. cit.*).

A intensidade de luz é simétrica em relação à linha do meio dia e por isso apenas os dados próximos a esse período foram utilizados. Mesmo assim, a ocorrência eventual de nuvens determina a redução temporária da entrada de luz, sendo mais um fator influenciando as medições. A comparação entre as grades não mostrou diferença em LUZMED, no entanto, a flutuação diária da luminosidade acompanhou as oscilações da temperatura e umidade. A comparação de EXTLUZ mostrou diferença para a grade A que, como discutido anteriormente, mostrou a estrutura do microclima mais estável. As grades B e C se mostram mais instáveis estruturalmente, apresentando uma maior semelhança de resultados.

Essa maior diversidade estrutural encontrada foi atribuída primeiramente às diferenças de inclinação do terreno, já que todas estão sob o mesmo tipo de exposição, localizadas na vertente sudeste da Serra dos Órgãos. A inclinação das grades B (3° a 43°) e C (0° a 40°) possuem uma declividade um pouco maior que a grade A (0° a 36°), e todas as áreas possuem inclinações entre média e alta (dados do Laboratório de Vertebrados-UFRJ).

Por outro lado, observa-se nos mapas de contorno da LUZMED, associados aos mapas de TMED e URMED, que a dinâmica de clareiras é muito importante e apresenta

algumas características peculiares de microclima. Esses microclimas variam bastante de acordo com o tamanho da clareira e a idade e estágio de regeneração da vegetação (RICHARDS, *op. cit.*). Além disso, em Nicotra *et al.* (1999) é discutido que a relação entre a estrutura do dossel e a distribuição da luz disponível varia entre áreas de floresta tropical primária e secundária. Neste trabalho áreas primárias têm um sub-bosque mais escuro (< 2%) e uma maior variedade de locais mais claros (> 5%) do que em áreas secundárias (2-5%), isso porque áreas secundárias teriam um maior número de locais de dossel aberto, mas de menores tamanhos e uniformemente distribuídos. Observou-se que a grade A realmente foi diferente das demais grades e mais estável nos resultados de luminosidade, predominando os valores entre 5 – 9%. Já nas grades B e C os valores entre 1-4% foram mais comuns, demonstrando que essas grades tendem a ter um dossel mais fechado que a grade A. Esses resultados podem estar indicando que a grade A está em estágio de desenvolvimento ou conservação maior, mas para uma melhor caracterização das áreas estudadas, quanto à disponibilidade de luz, as clareiras existentes teriam que ser classificadas e estudadas mais profundamente, além de acompanhadas durante um tempo maior para verificar a dinâmica entre o dossel e a disponibilidade de luz. De qualquer forma essa maior quantidade de luz permitida pelas características do dossel concorda com o resultado que mostra a grade A diferente na quantidade de sub-bosque (OFV2), ou seja, essa maior luminosidade estaria permitindo que o sub-bosque dessa grade seja mais desenvolvido.

Em relação às variações microclimáticas falta discutir um parâmetro climático, que, embora não tenha sido acompanhado nesse trabalho, merece algumas considerações. A dinâmica do vento, ou alterações nas condições de convecção no interior da mata, influenciam enormemente o microclima a partir do momento que é fator decisivo sobre quanto de calor será recebido ou perdido pela radiação, e se esse calor é mantido em

determinado ponto ou transportado para outro local (GEIGER, *op. cit.*). Ventos de direções e velocidades variáveis determinam flutuações de amplitudes diferentes (DAU, *op. cit.*). Abaixo do dossel apresentam sempre menor velocidade reduzindo a mistura de ar, se compararmos com o ambiente fora da floresta, deixando de compensar diferenças de temperatura e umidade horizontais em pequenos espaços (GEIGER, *op. cit.*; RICHARDS, *op. cit.*). Devido às características citadas as alterações na velocidade do vento e turbulência em clareiras ou fragmentos de mata, torna-se um fator relevante nas modificações observadas nesses microambientes (CHEN *et al.*, 1995; RICHARDS, *op. cit.*). Concluindo, o vento pode ter sido, em muitos momentos da coleta, responsável por flutuações inesperadas e padrões irregulares.

Finalmente, as únicas variáveis do microhabitat que apresentaram variação espacial foram PEDR e OFV2. A cobertura de pedras (PEDR) foi diferente entre todas as grades e pode-se supor que represente oferta de microhabitat (abrigos) para os animais da floresta. Já a obstrução foliar (OFV2) foi diferente na grade A e é uma variável relacionada ao dossel. Como discutido anteriormente, a grade A apresenta um dossel aparentemente mais aberto, o que favorece a germinação e crescimento das plantas, e, conseqüentemente, um sub-bosque possivelmente um pouco mais desenvolvido (BROSOFKSKE *et al.*, 2001).

#### 2.4.2. Heterogeneidade temporal

Existe variação temporal entre os estratos verticais da floresta ou ambientes de maior ou menor cobertura vegetal, geralmente entre estações. Na floresta tropical essas estações são marcadas pelos períodos de maior ou menor precipitação. A flutuação da temperatura, sabidamente associada à insolação, apesar de ser um padrão verdadeiro, é afetado pelos dias secos e chuvosos. Dias chuvosos podem apresentar elevados valores de

insolação porque a chuva só ocorreu no entardecer ou à noite, ou ainda, dias nublados nem sempre são associados à ocorrência de chuvas, mas é uma condição climática que têm efeitos importantes sobre a temperatura (GUENNI *et al.*, 1990).

Observa-se nos resultados que o microclima apresenta uma variação temporal bem maior que o microhabitat, que possivelmente tem uma resposta não tão imediata às alterações microclimáticas ou estruturais. A variação temporal da TMED foi maior nas grades A e B, a TMAX variou no tempo de forma semelhante nas grades A e C e a TMIN apresentou uma variação igual nas três grades. A amplitude da temperatura foi maior na chuva e menor na seca, sendo que esta diferença entre máxima e mínima continuou respeitando o gradiente altitudinal, maior amplitude na grade A e menor na C. Os histogramas de TMED, TMAX e TMIN, também apresentaram maiores valores na chuva e menores na seca, sendo que essa flutuação foi mais marcante apenas para TMAX. Já a URMED acompanha os padrões da temperatura com variação temporal igual nas grades A e B e maior na grade C. No histograma da URMED no período de estudo essa variável permanece bastante estável baixando um pouco no período mais seco (Junho) nas grades A e C.

Todos esses resultados concordam com os descritos nas curvas de flutuação diária na chuva e na seca. Nesses gráficos da flutuação diária entre estações, os valores de temperatura foram bem inferiores na seca em relação ao período de chuva e para todas as variáveis as flutuações na seca foram menores e as curvas bem mais suaves. Portanto, as variações temporais da temperatura devem-se a menor frequência de dias de sol com altos máximos de temperatura na estação chuvosa, e, na estação seca, à pequena proporção de radiação utilizada na evaporação, geralmente responsável pelo resfriamento do dossel (RICHARDS, *op. cit.*).

A variação no tempo da LUZMED é grande, maior na grade A e menor na grade C. No histograma a LUZMED flutua ao longo do ano, mas apresenta seus maiores valores no período de chuva, confirmando o padrão encontrado nas curvas diárias na seca e chuva. Esse padrão é explicado pelos dias mais curtos na estação seca, a topografia bastante acidentada da área de estudo e à variação na posição do sol entre estações.

No microhabitat DOSSEL, FOL e CHL apresentaram diferenças predominantemente entre as estações chuvosa e seca. O DOSSEL apresenta o mês de Junho diferente de todos os demais meses nas grades B e C, assim como a CHL difere em agosto e outubro na grade A. As variáveis OFV1, OFV2, OFV3, além do DOSSEL e CHL, são bastante relacionadas. Os histogramas confirmam os resultados, pois DOSSEL diminui na seca nas grades B e C, e quando há a redução do DOSSEL, OFV1, OFV2 e OFV3 aumentam nessas mesmas grades. O inverso acontece quando o DOSSEL volta a aumentar, e padrão similar acontece com a CHL que, assim como as obstruções, têm seus menores valores em Agosto. Portanto, o dossel é uma variável de grande influência sobre a diversidade e crescimento de plantas do sub-bosque a partir do momento que aumenta ou diminui a luz disponível e/ou altera outras condições microclimáticas (BROSOFKSKE *et al. op. cit.*).

O folhiço acumulado oferece habitats onde vivem diversos animais, enriquece o solo, e sua quantidade e características vão depender da vegetação que o produz (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1976). A diferença encontrada para o FOL concentrou-se entre a seca e a chuva também, confirmada pelo histograma, onde apesar de pouca flutuação, os menores valores estavam na seca.

## 2.5. Conclusões

A avaliação das heterogeneidades espacial e temporal nos estratos inferiores da floresta envolve o estudo de inúmeras variáveis além de considerações sobre diversas influências difíceis de serem controladas, principalmente quando tratamos de parâmetros climáticos e pretendemos relacioná-los a processos biológicos.

Sabe-se também que dependendo de como são resumidos e apresentados os dados (médias diárias, mensais, anuais ou valores absolutos) isso pode afetar as percepções e conclusões quanto às variações espaciais e temporais. Nesse trabalho buscou-se resumir os dados de formas variadas, através de médias diárias e semanais ou até em valores absolutos para reduzir possíveis deturpações dos resultados.

Os resultados mostram diferenças espaciais e temporais das variáveis microclimáticas e de microhabitat na área de estudo, onde a variação espacial do microclima pôde ser atribuída a diferenças de altitude e estruturais locais (p.ex. clareiras na mata, microtopografia), e, a sua variação temporal afeta a dinâmica do microhabitat no tempo.

Para caracterizar melhor as áreas estudadas, principalmente quanto às variações temporais do microclima e suas respostas no microhabitat, é necessário um maior período de estudo a fim de confirmar os padrões encontrados, já que entre as variáveis estudadas nem todas possuem o mesmo tempo de resposta às modificações do ambiente.

## 2.6. Referências Bibliográficas

BELL, G.; M.J. LECHOWICZ. **Spatial heterogeneity at small scales and how plants respond to it.** In: Caldwell, M.M.; Pearcy, P.W. (eds.). *Exploitation of environmental heterogeneity by plants*. California: Academic Press, 1994. 429p.

BROSOFSKE, K.D.; CHEN, J.; CROW, T.R. **Understory vegetation and site factors: implications for a managed Wisconsin landscape.** *Forest Ecology and Management*, v. 146, p. 75-87, 2001.

CHEN, J.; FRANKLIN, J.F.; SPIES, T.A. **Growing-season microclimatic gradients from clearcut edges into old-growth Douglas-fir forests.** *Ecological Applications*, v. 5, n. 1, p. 74-86, 1995.

CHEN, J.; SAUNDERS, S.C.; CROW, T.R.; NAIMAM, R.J.; BROSOFSKE, K.D.; MROZ, G.D.; BROOKSHIRE, B.L.; FRANKLIN, J.F. **Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology.** *BioScience*, v. 49, n. 4, p. 288-297, 1999.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. **Microecology.** *Studies in Biology* nº 6, Edward Arnold Ltd., 1976. 48p.

DAU, L. **Microclimas das restingas do sudeste do Brasil: I - Restinga interna de Cabo Frio.** *Arquivos do Museu Nacional*, v. L, p. 79-134, 1960.

DIDHAM, R.K.; LAWTON, J.H. **Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments.** *Biotropica*, v. 31, n. 1, p. 17-30, 1999.

ELTON, C. **Animal Ecology.** London: Metheun & Co., 1927. 207p.

FREITAS, S.R.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M.V. **A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover.** *Revista Brasileira de Biologia*, v. 62, n. 4B, p. 795-800, 2002.

GEIGER, R. **The climate near the ground.** Cambridge: Harvard University Press., 1966.

GOLDEN SOFTWARE, Inc. **Surfer 8 – Contouring and 3D: surface mapping for scientists and engineers**. Colorado, USA, 2002. 640p.

GUENNI, L.; ROSE, C.W.; HOGARTH, W.; BRADDOCK, R.D.; CHARLES-EDWARDS, D. **Seasonal changes in interrelationships between climatic variables**. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 53, p. 45-58, 1990.

HUTCHINSON, G.E. **Concluding remarks**. In: Whittaker, R.H.; Levin, S.A (eds.). *Niche: Theory and Application*. 1957. 448p.

MATLACK, G.R. **Microenvironment variation within and among forest edge sites in the eastern United States**. *Biological Conservation*, v. 66, p. 185-194, 1993.

NICOTRA, A.B.; CHAZDON, R.L.; IRIARTE, S.V.B.. **Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests**. *Ecology*, v. 80, n. 6; p. 1908-1926, 1999.

ONSET COMPUTER CORPORATION. **BoxCar Pro 3.5 software for Windows**. User's Manual, 1995-1998. 21pp.

POTTER, B.E.; TECLAW, R.M.; ZASADA, J.C. **The impact of forest structure on near-ground temperatures during two years of contrasting temperature extremes**. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 106, p. 331-336, 2001.

RICHARDS, P.W. **The Tropical Rain Forest**. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge University Press, 1996.

ROOT, T.L.; SCHNEIDER, S.H. **Ecology and climate: research strategies and implications**. *Science*, v. 269, p. 334-340, 1995.

TARIFA, J.R. **A análise topo e microclimática e o trabalho de campo – o caso de São José dos Campos**. In: *Climatologia* nº 11. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1981. 25p.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 3<sup>rd</sup> ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

ZHENG, D.; CHEN, J.; SONG, B.; XU, M.; SNEED, P.; JENSEN, R. **Effects of silvicultural treatments on summer forest microclimate in southeastern Missouri Ozarks**. *Climate Research*, v. 15, p. 45-59, 2000.



WHITTAKER, R.H.; LEVIN S.A.; ROOT R.B. **Niche, habitat, and ecotope.** In: Whittaker, R.H.; Levin, S.A. (eds.). *Niche : Theory and Application*, 1973. 448p.

## Anexo 2.1. Mapas de contorno do microclima na área de estudo.

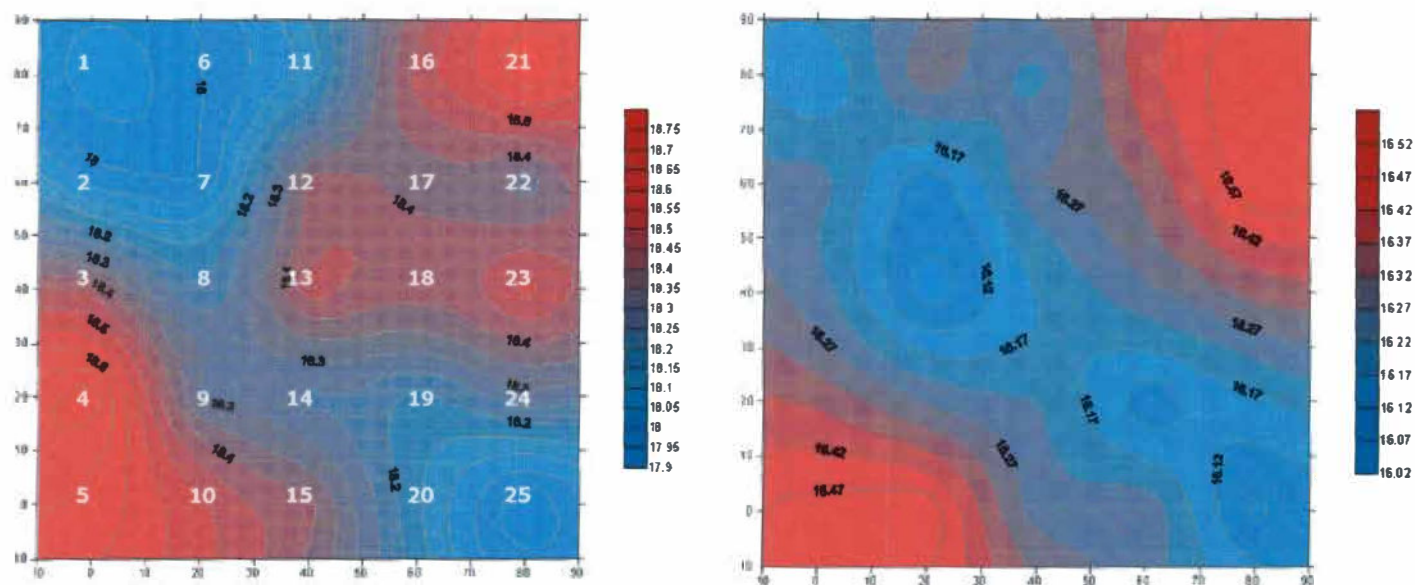


Figura 2.2. Mapa de contorno da temperatura média na Grade A em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).

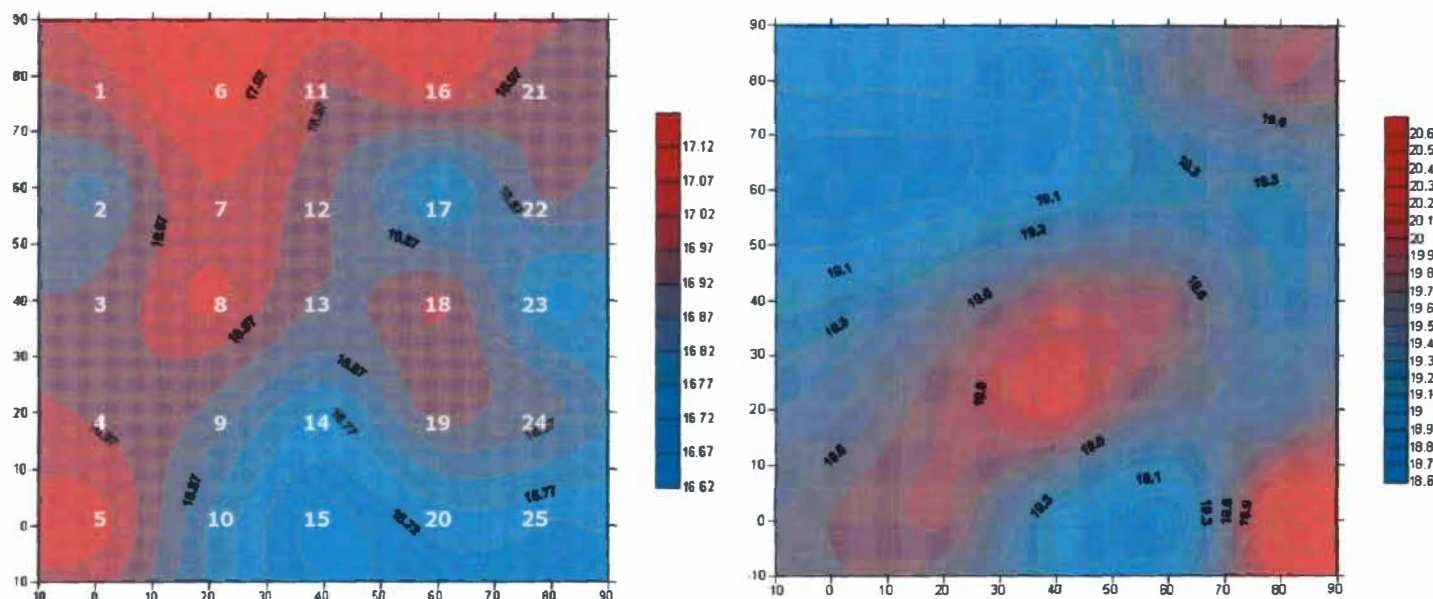


Figura 2.3. Mapa de contorno da temperatura média na Grade B em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).

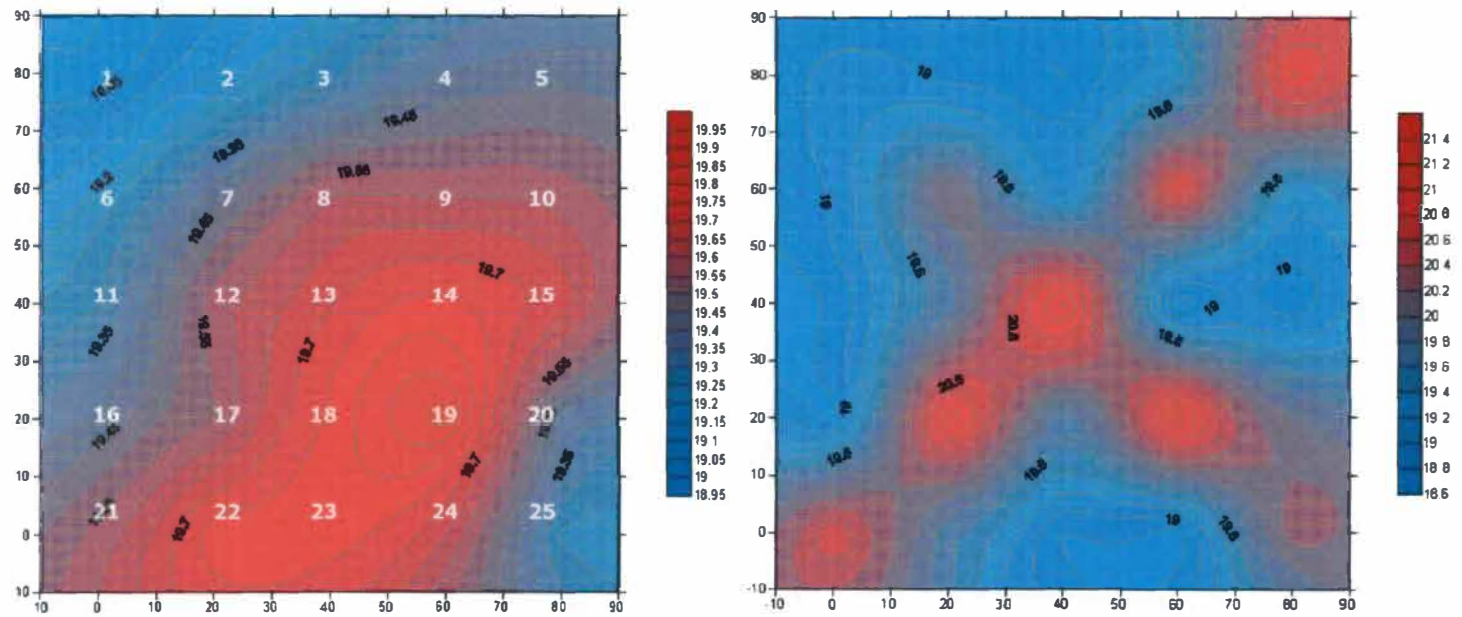


Figura 2.4. Mapa de contorno da temperatura média na Grade C em Junho de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).

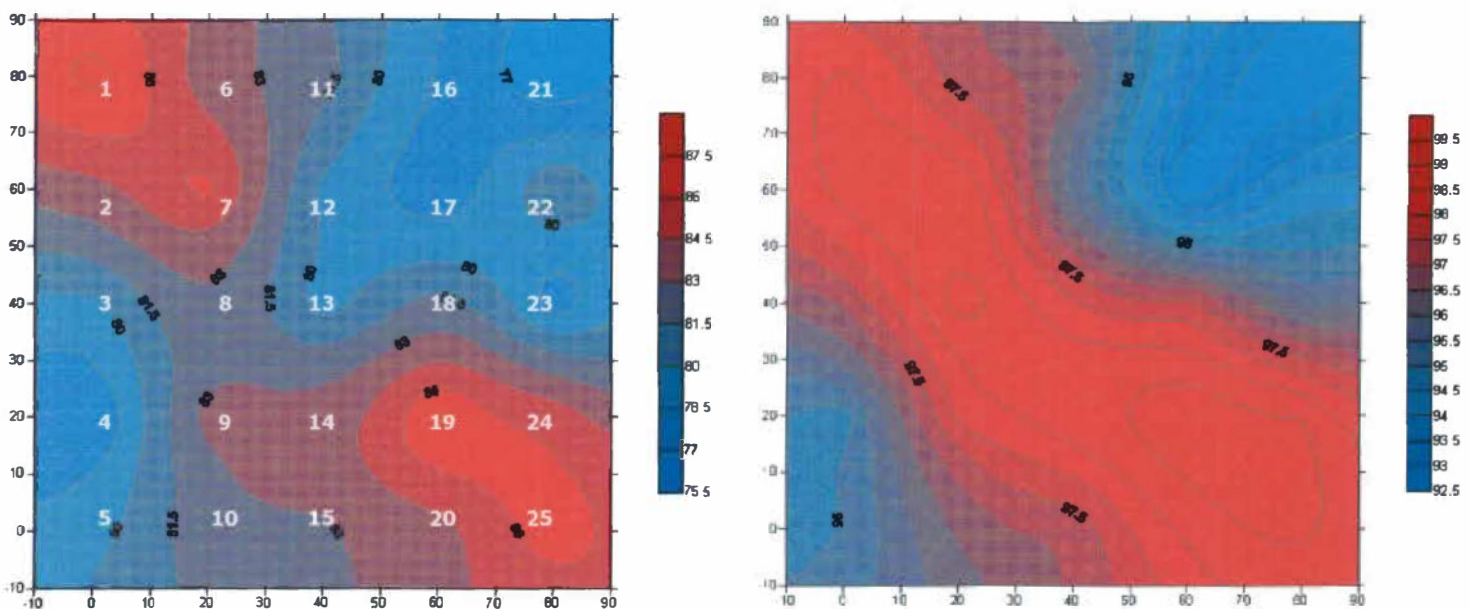


Figura 2.5. Mapa de contorno da umidade relativa média na Grade A em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).



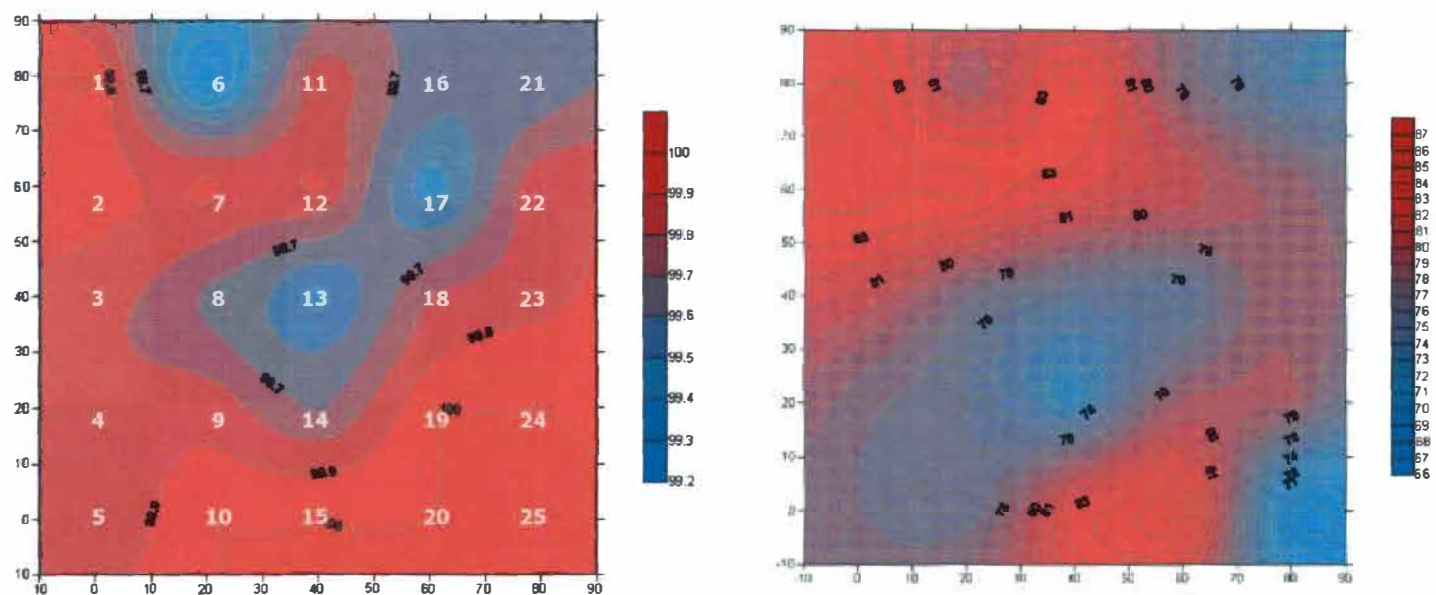


Figura 2.6. Mapa de contorno da umidade relativa média na Grade B em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).

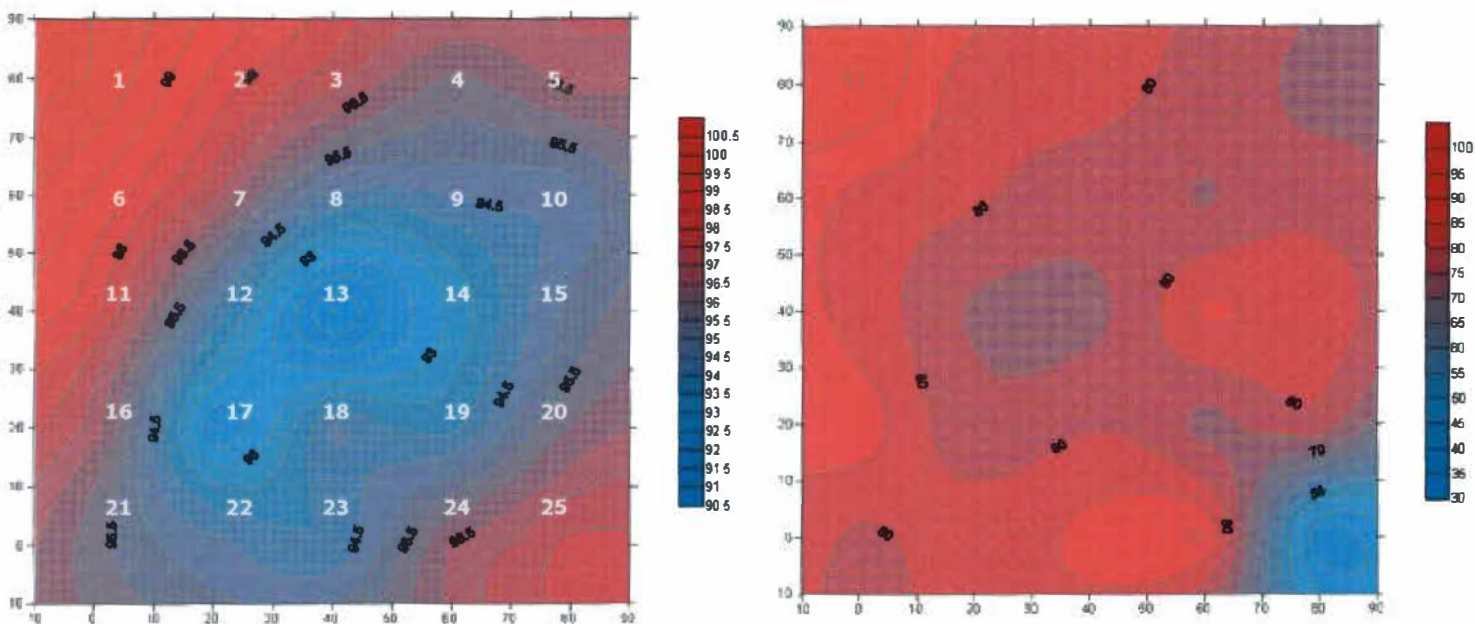


Figura 2.7. Mapa de contorno da umidade relativa média na Grade C em Junho de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).

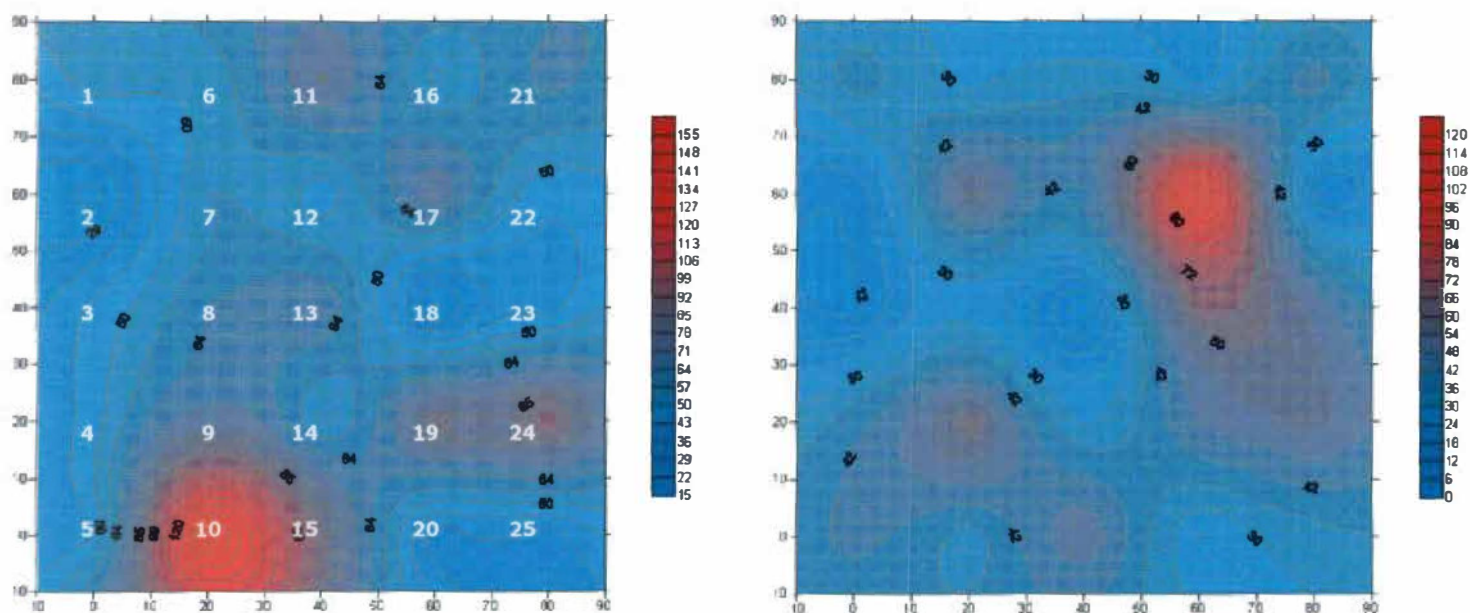


Figura 2.8. Mapa de contorno da luminosidade média na Grade A em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).

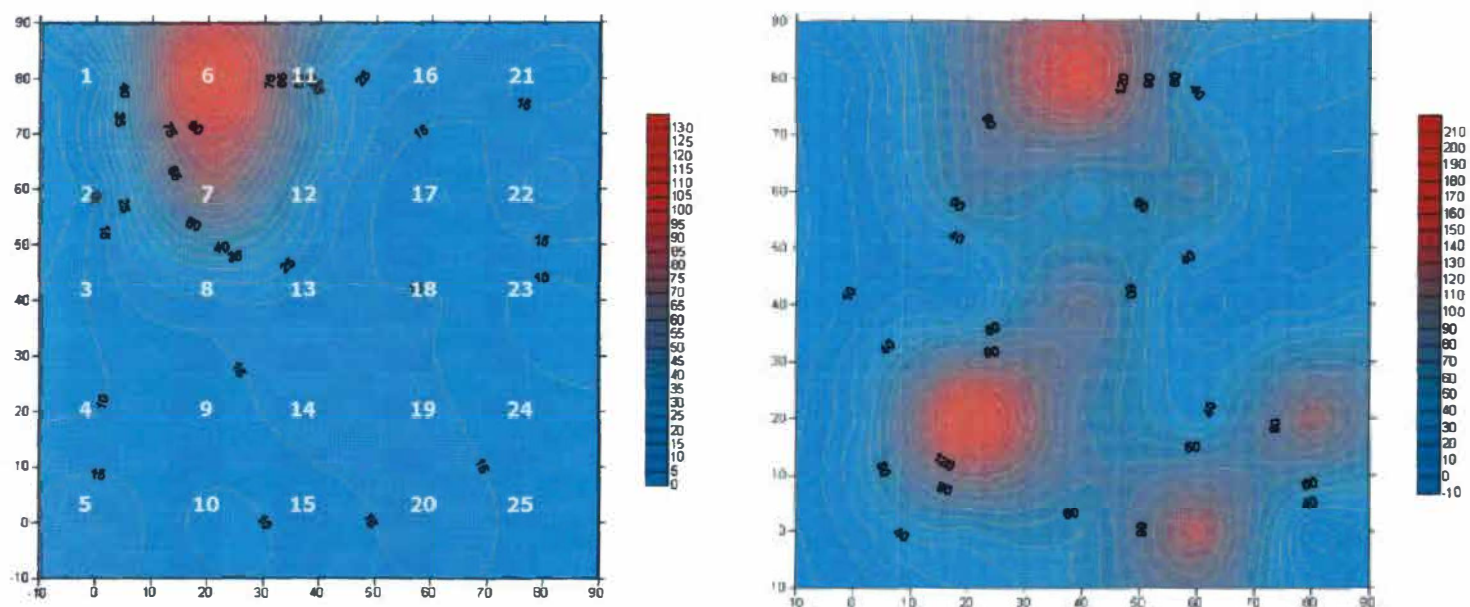


Figura 2.9. Mapa de contorno da luminosidade média na Grade B em Agosto de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).

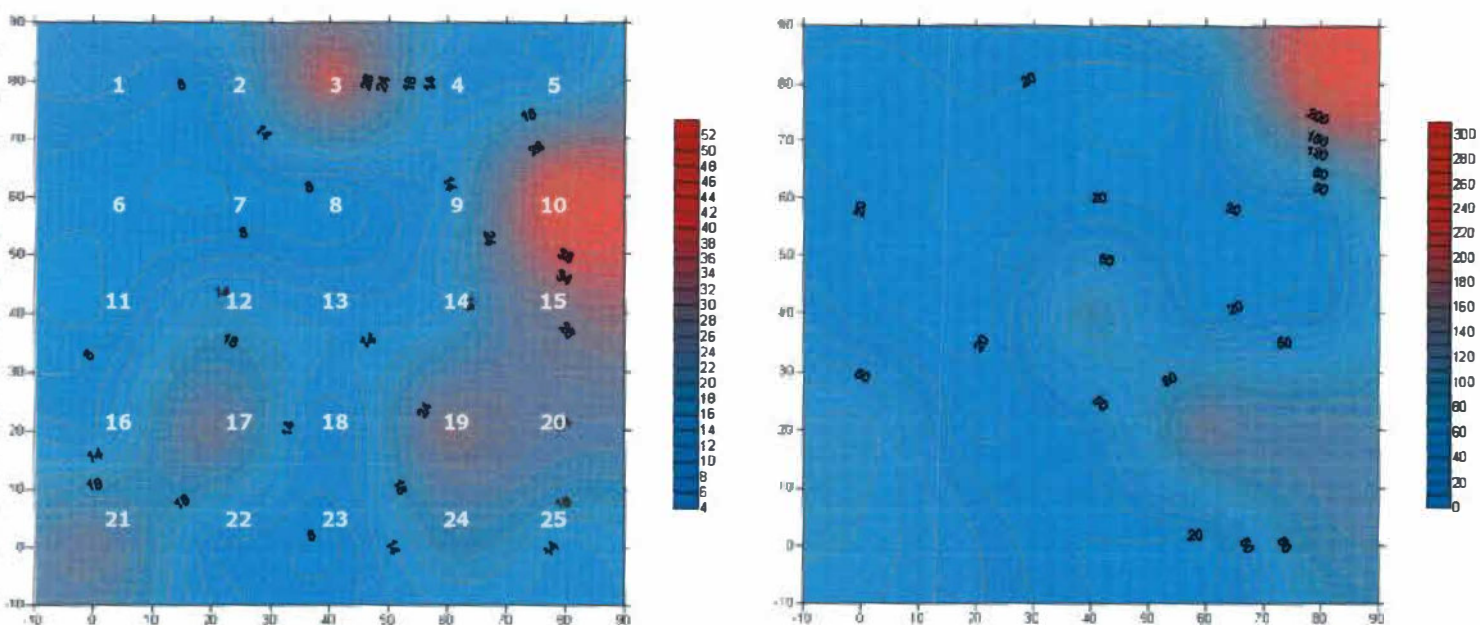


Figura 2.10. Mapa de contorno da luminosidade média na Grade C em Junho de 2001 (esquerda) e 2002 (direita).



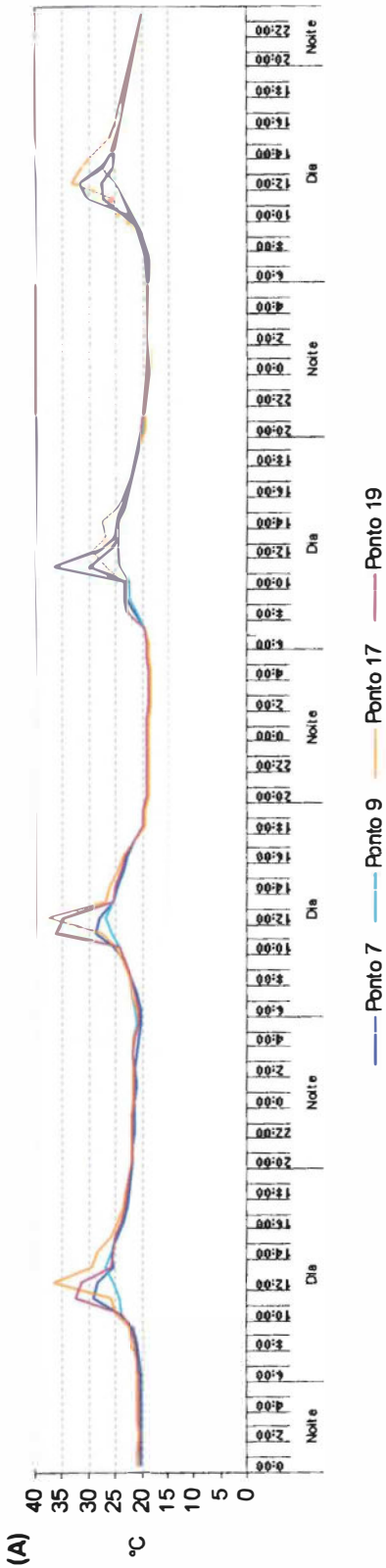


Gráfico 2.1. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade A no período de chuva (Dezembro de 2001).

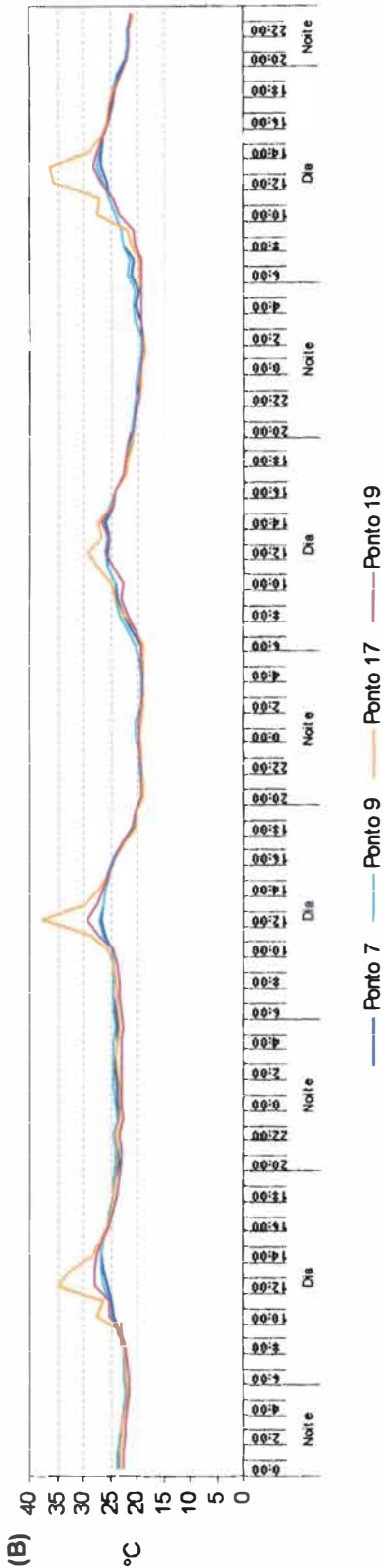


Gráfico 2.2. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade B no período de chuva (Dezembro de 2001).

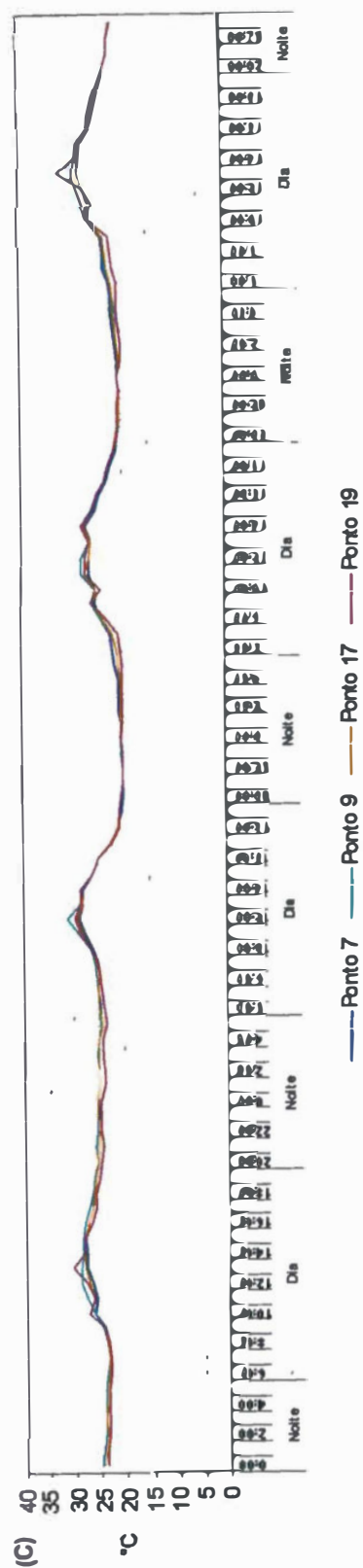


Gráfico 2.3. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade C no período de chuva (Dezembro de 2001).

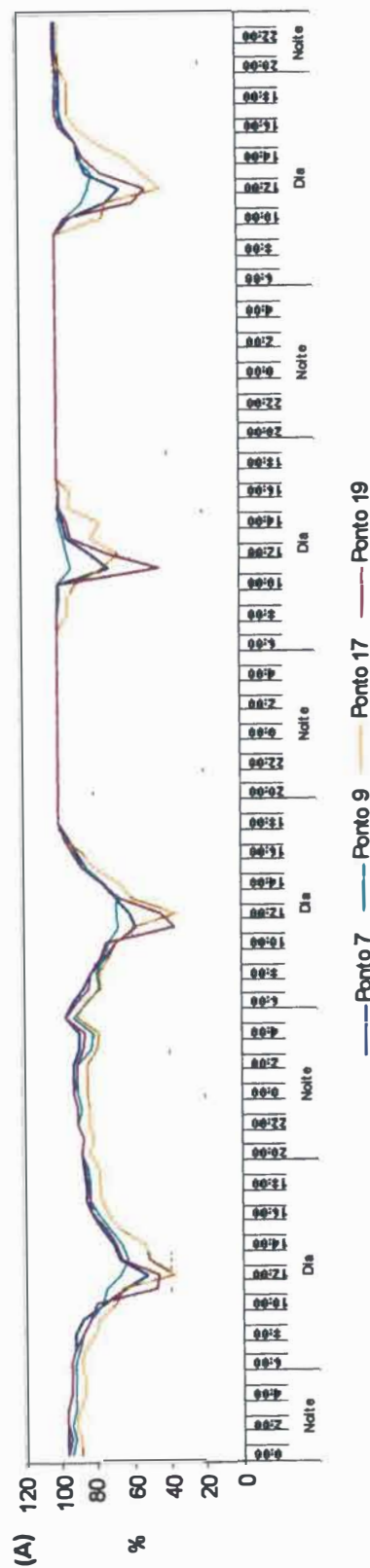


Gráfico 2.4. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade A no período de chuva (Dezembro de 2001).



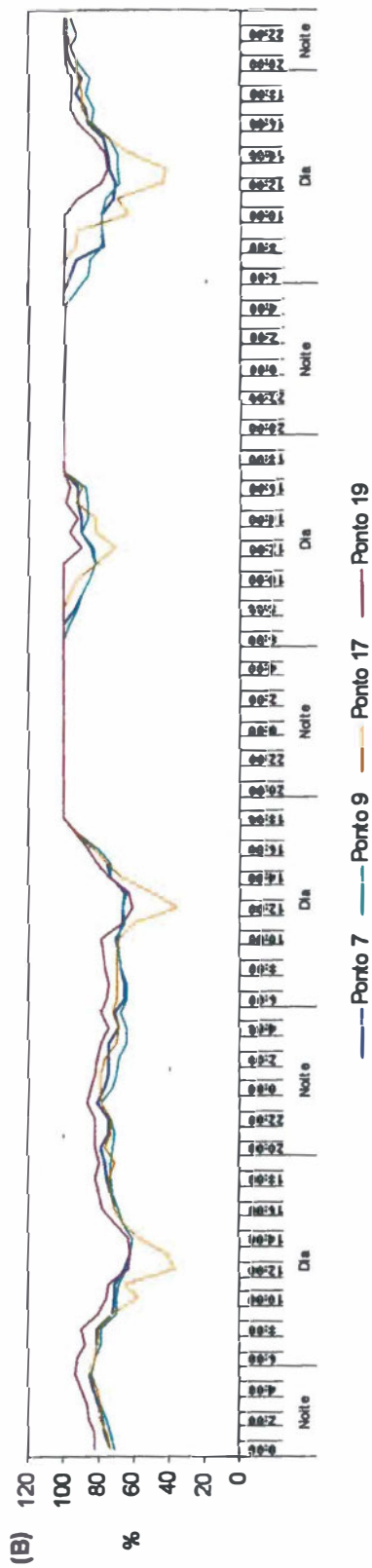


Gráfico 2.5. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade B no período de chuva (Dezembro de 2001).

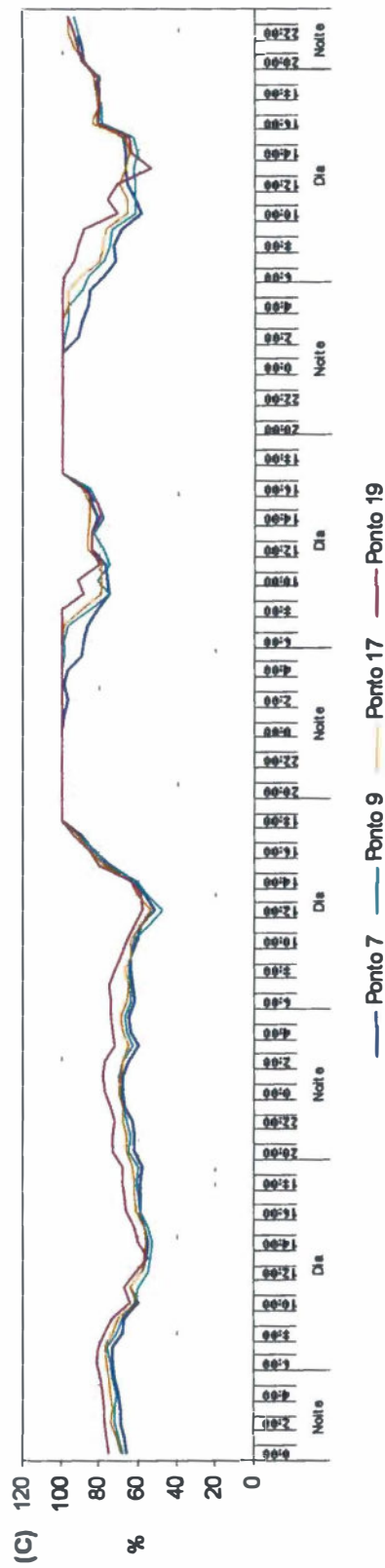


Gráfico 2.6. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade C no período de chuva (Dezembro de 2001).

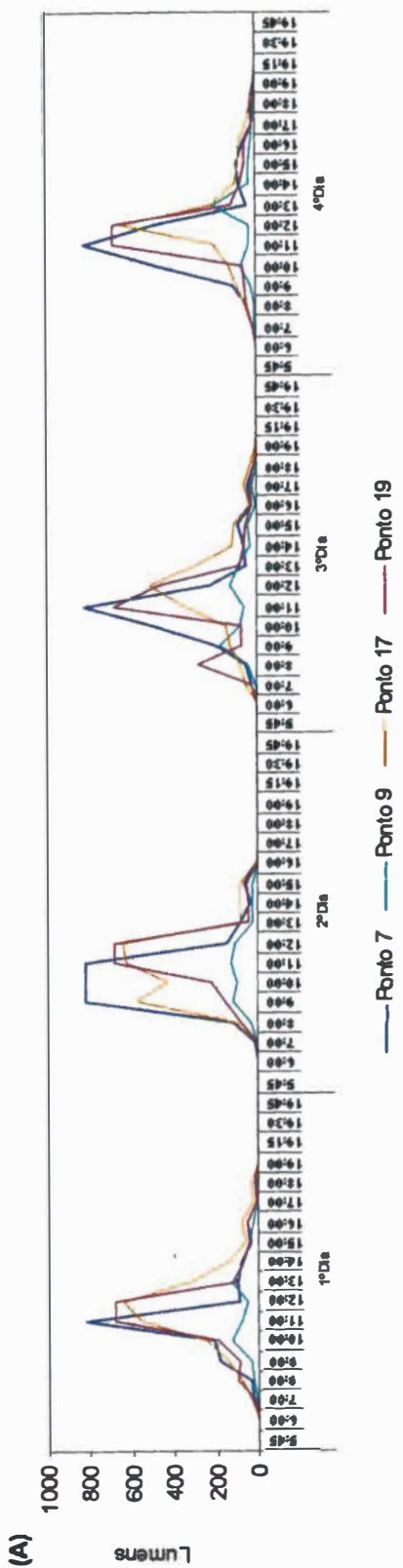


Gráfico 2.7. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade A no período de chuva (Dezembro de 2001).

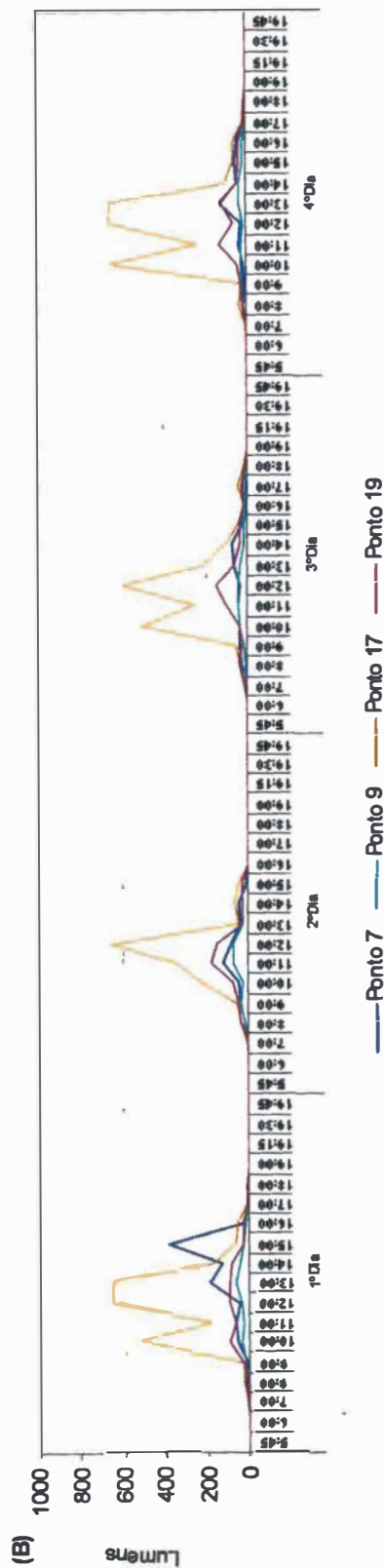


Gráfico 2.8. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade B no período de chuva (Dezembro de 2001).

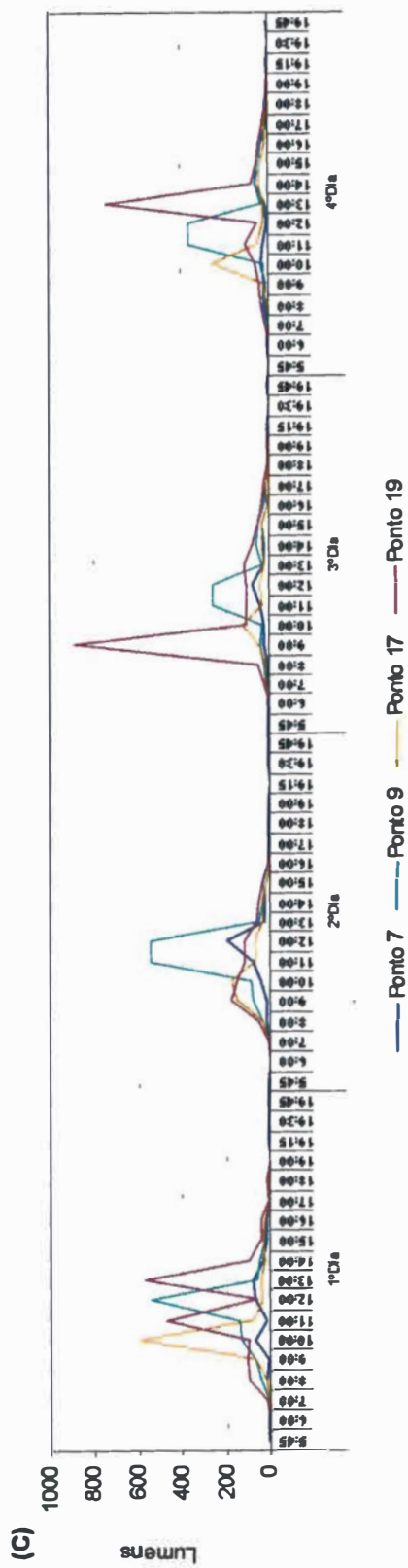


Gráfico 2.9. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade C no período de chuva (Dezembro de 2001).

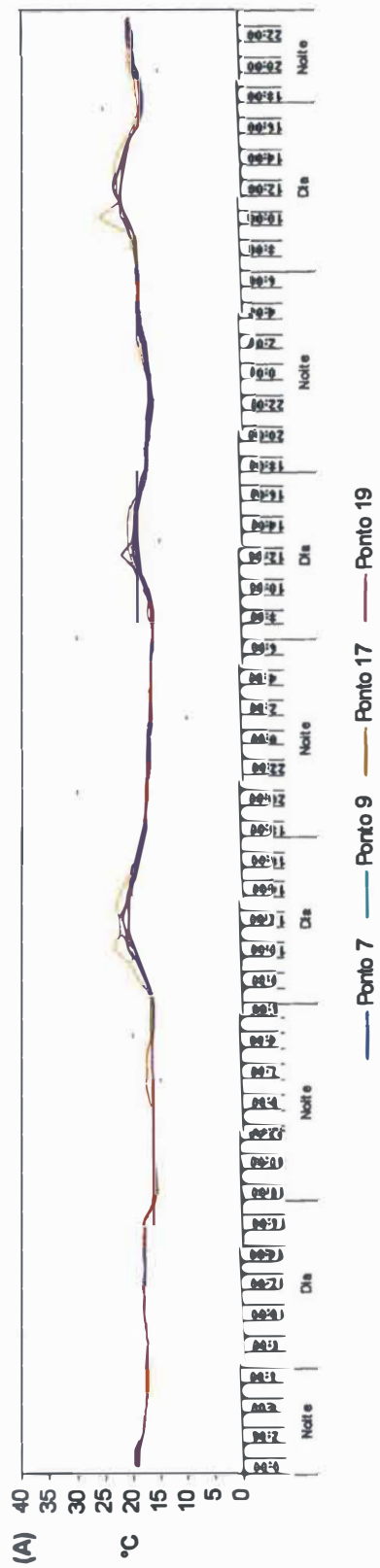


Gráfico 2.10. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade A no período de seca (Agosto de 2002).

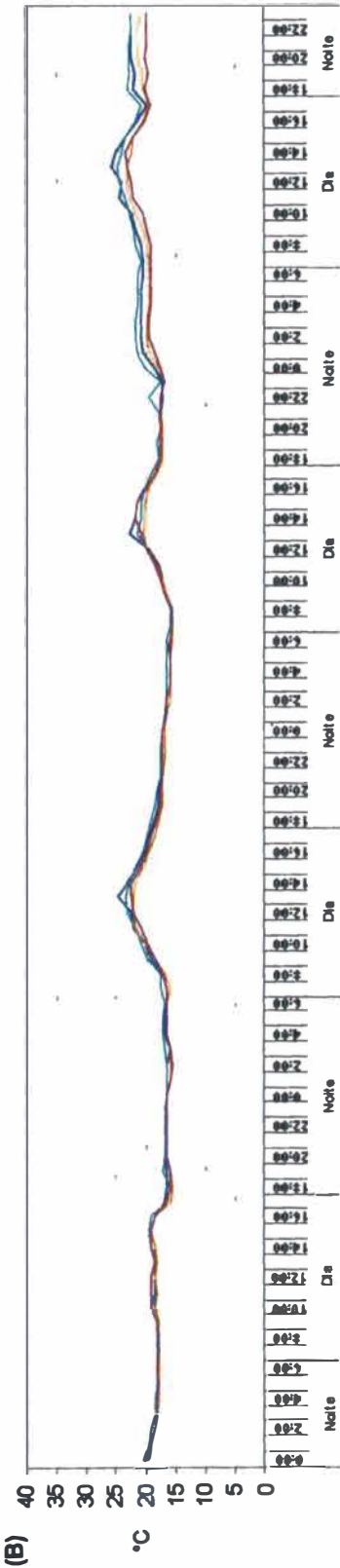


Gráfico 2.11. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade B no período de seca (Agosto de 2002).

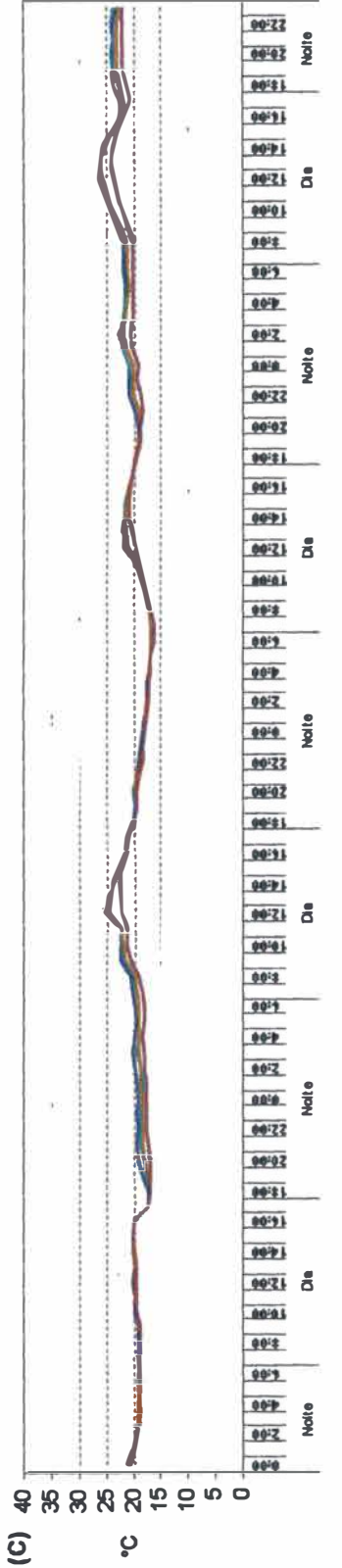


Gráfico 2.12. Flutuação diária da temperatura nos pontos da grade C no período de seca (Agosto de 2002).

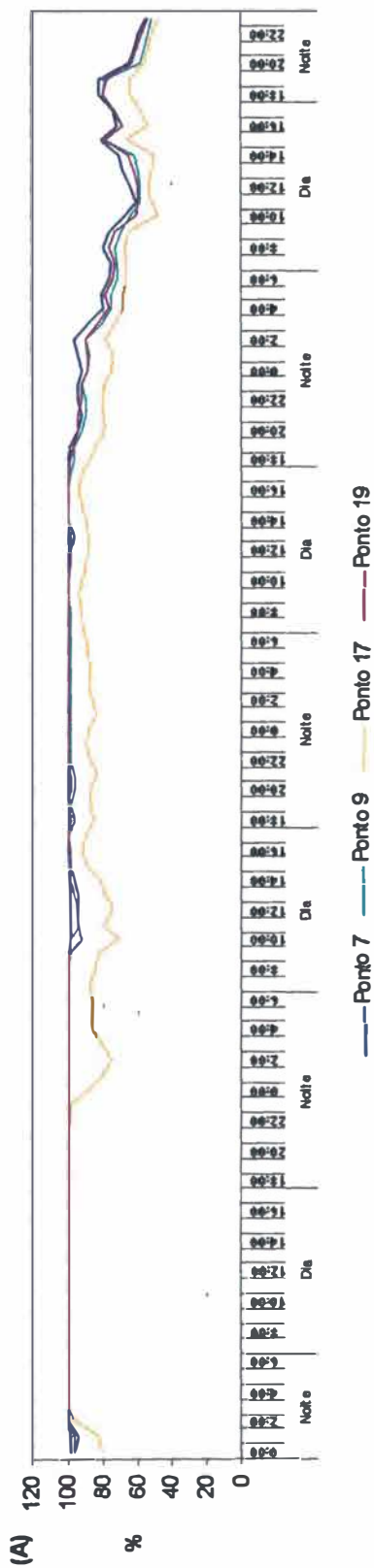


Gráfico 2.13. Flutuação diária da unidade relativa nos pontos da grade A no período de seca (Agosto de 2002).

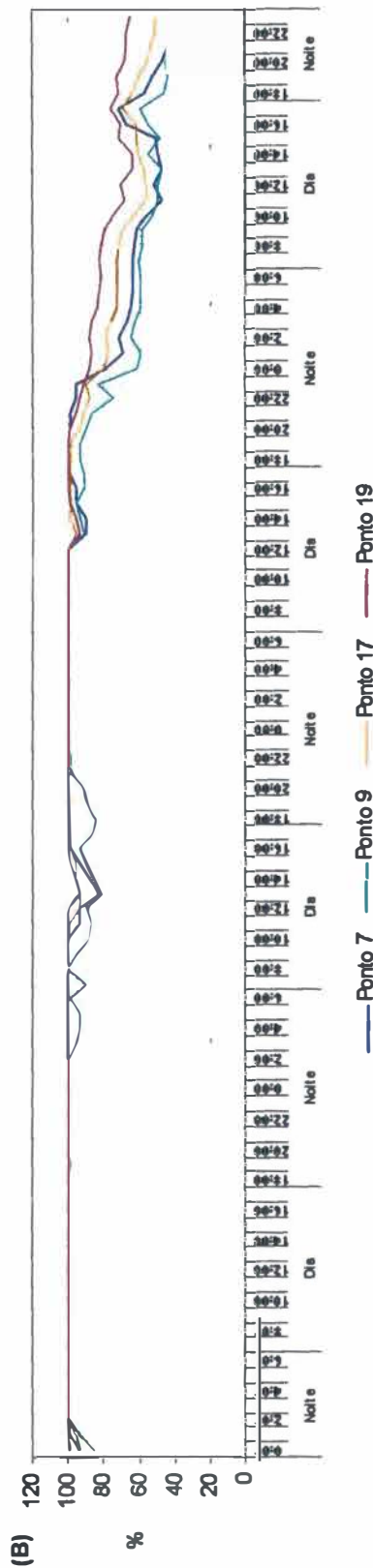


Gráfico 2.14. Flutuação diária da unidade relativa nos pontos da grade B no período de seca (Agosto de 2002).

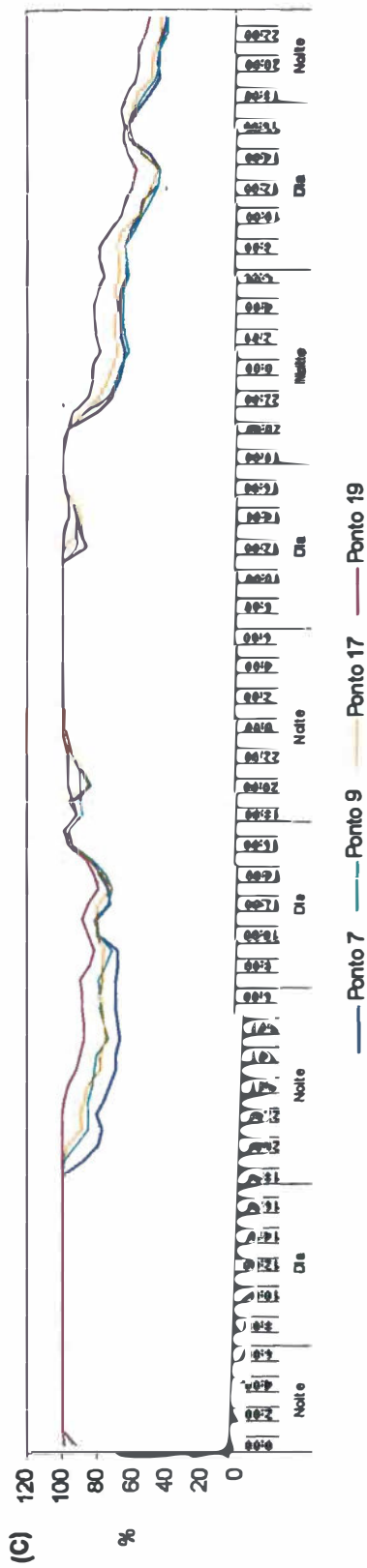


Gráfico 2.15. Flutuação diária da umidade relativa nos pontos da grade C no período de seca (Agosto de 2002).

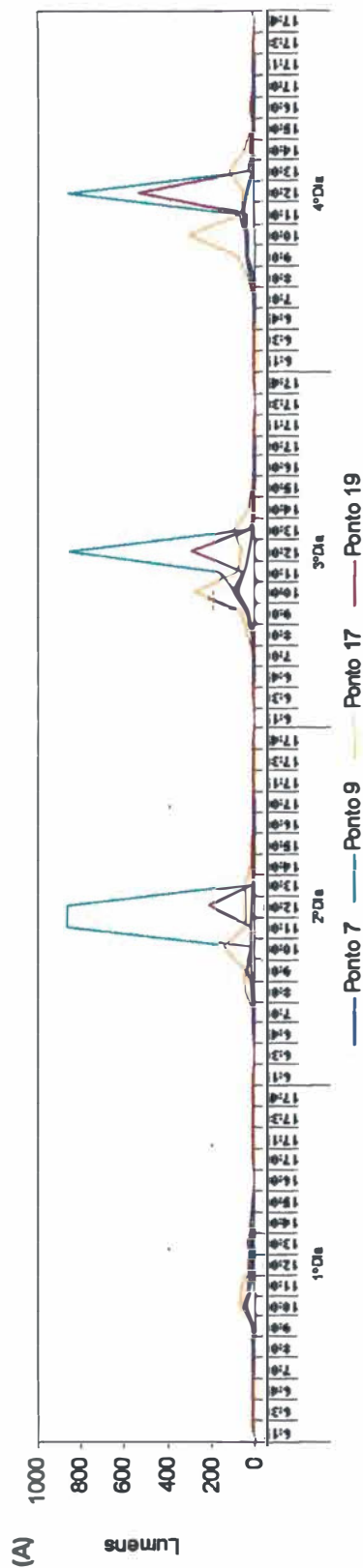


Gráfico 2.16. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade A no período de seca (Agosto de 2002).



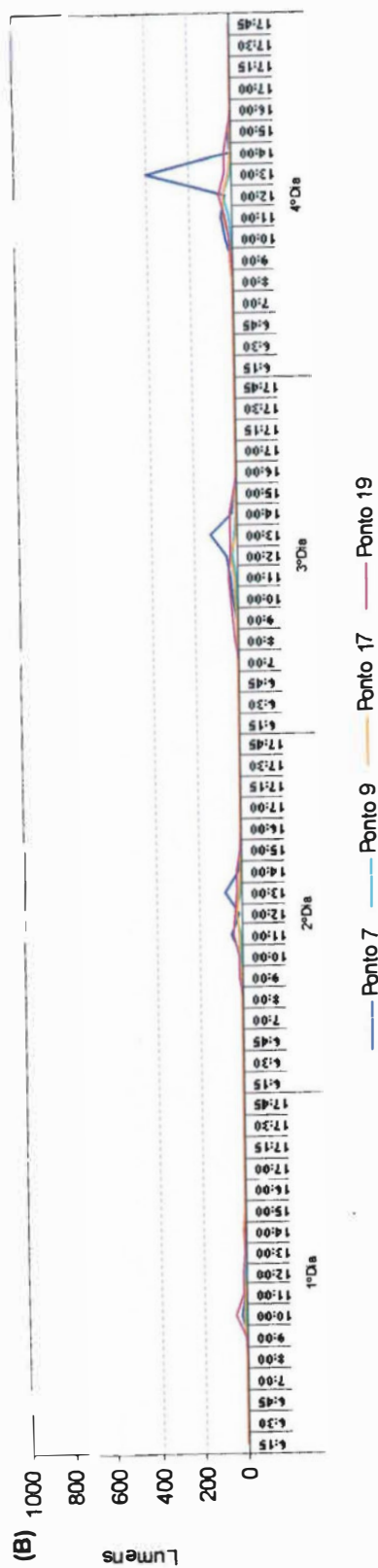


Gráfico 2.17. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade B no período de seca (Agosto de 2002).

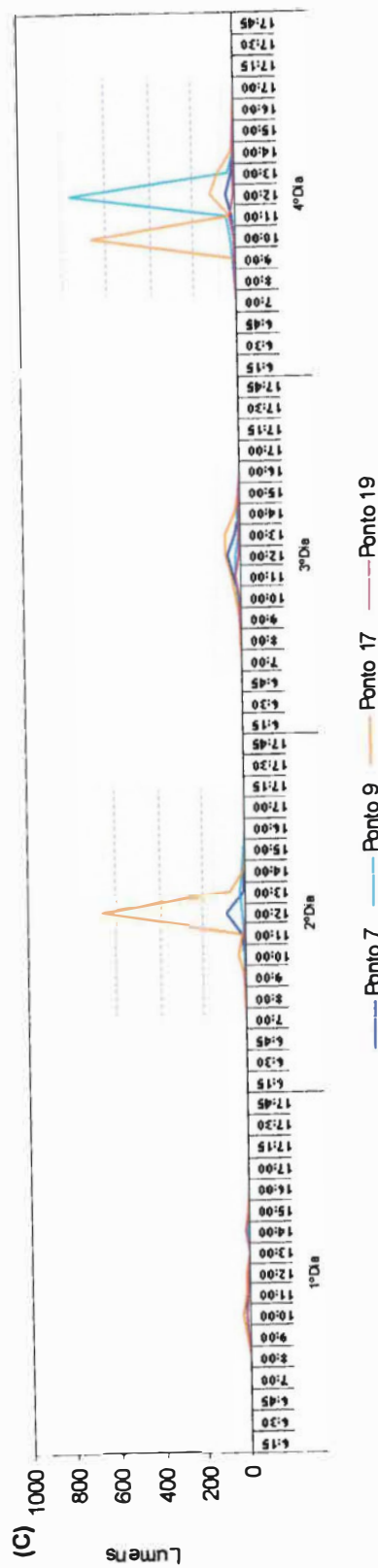


Gráfico 2.18. Flutuação diária da luminosidade nos pontos da grade C no período de seca (Agosto de 2002).

**CAPÍTULO 3**    *Preferência de habitat de três espécies de pequenos  
mamíferos numa área de Mata Atlântica no Estado  
do Rio de Janeiro*

---



## Resumo

O ambiente de um animal pode ser dividido em quatro componentes principais: clima, recursos, interação com outros animais e um local para viver. As variações de abundância das espécies em cada tipo de habitat indicam sua distribuição, ou seja, o uso do habitat pela espécie e sua distribuição local são resultado das interações entre fatores abióticos e bióticos do ambiente. O objetivo deste trabalho é caracterizar a preferência de habitat através de dois tipos de variáveis, microclimáticas e de microhabitat, que caracterizam o ambiente imediato dos pequenos mamíferos presentes na área de estudo. Foram calculados os modelos de preferência de habitat e correlações das populações com o microclima para três espécies de marsupiais. *Didelphis aurita* adapta-se bem à vegetação mais aberta, à menor luminosidade e presença de troncos caídos. Sua distribuição local mais ampla indica uma generalização da preferência dessa espécie, e os resultados indicam uma boa capacidade de manutenção das populações na área estudada. *Metachirus nudicaudatus* está associado a um sub-bosque desenvolvido, principalmente próximo ao chão da floresta. Além disso, essa espécie parece preferir as áreas que apresentam temperaturas mais altas e menor umidade relativa, além de apresentarem uma menor capacidade de manutenção local, de acordo com sua distribuição na área de estudo. *Marmosops incanus* não mostrou relação com nenhuma das variáveis propostas para o modelo. No entanto, foi a única espécie que mostrou correlação com as variáveis microclimáticas, temperatura e umidade, o que parece estar relacionado ao seu ciclo anual de vida bastante estável. Observou-se também pela distribuição local desse marsupial que a espécie prefere as áreas de maior altitude, que apresentam temperaturas mais baixas e maior umidade relativa.

Palavras-chave: preferência de habitat, pequenos mamíferos, microclima, microhabitat

## Abstract

The environment of an animal can be divided in four main components climate, resources, interaction with other animals and a place to live. The variations in abundance of the species in each type of habitat indicates its distribution. The use of habitat by species and its local distribution is a result of the interaction between abiotics and biotics factors of the environment. The aim of this work is to characterize the habitat preference using two types of variable, microclimate and microhabitat, that characterizes the immediate environment of the small mammals that occur in the study area. The models of habitat preference and correlations of the populations with the microclimate were calculated for three species of marsupials. *Didephis aurita* is well adapted to the opened vegetation, the lesser luminosity and presence of fallen logs. Its large local distribution indicates a generalization of the preference, and the results indicate a good capacity of maintenance of these populations in the studied area. *Metachirus nudicaudatus* is associated with a developed understory, mainly near the ground. Moreover, this species seems to prefer the areas that show higher temperatures and lesser relative humidity. These marsupial present a lesser capacity of local maintenance in accordance with its distribution in the study area. *Marmosops incanus* did not show relation with none of the variables proposed for the model. However, it was the only species that showed correlation with microclimatic variables, temperature and humidity, what seems to be related to its annual steady life cycle. It was also observed that the species prefer the higher areas, with lower temperatures and higher humidity.

**Key-words:** habitat preference, small mammals, microclimate, microhabitat

### 3.1. Introdução

O ambiente de um animal pode ser dividido em quatro componentes principais: clima, recursos, interação com outros animais e um local para viver (ANDREWATHA & BIRCH, 1954). Alguns trabalhos apontam a competição inter-específica como o fator mais importante na estruturação da comunidade de pequenos mamíferos, enquanto outros concluem que a seleção de habitat é que representa a força mais atuante nesse processo (SHANKER, 2001). No entanto, a importância relativa desses fatores ainda não está clara, especialmente nas florestas tropicais.

A estrutura do ambiente físico afeta a abundância e a distribuição das espécies (ZIV, 2000). Sendo assim, as variações de abundância das espécies em cada tipo de habitat indicam sua distribuição (MORRIS, 1987), ou seja, o uso do habitat pela espécie e sua distribuição local são resultado das interações entre fatores abióticos e bióticos do ambiente (MARTIN, 2001).

Nesse estudo o habitat é definido como as características independentes de densidade (cobertura vegetal, água, clima) preferidas por determinada espécie (CERQUEIRA, 1995). Dentre esses fatores independentes de densidade, destaca-se o clima, que apesar de variar independentemente dos fatores bióticos, controla a capacidade de manutenção de toda a atividade biológica (ANDREWS & O'BRIEN, 2000). O clima tem uma influência indireta sobre a disponibilidade de recursos, e, direta sobre o desenvolvimento, fecundidade, longevidade e dispersão, ou seja, todos fatores que afetam as chances de sobrevivência e reprodução dos animais (ANDREWATHA & BIRCH, *op. cit.*).

A relação entre a composição de espécies e a estrutura da vegetação é forte o suficiente para determinar que qualquer manejo que diminua a diversidade de habitats

provavelmente irá reduzir a diversidade de pequenos mamíferos (WILLIAMS & MARSH, 1998). Mas, embora essa correlação seja forte ela não responde sobre as causas dos padrões de distribuição de habitats, que, geralmente, são resultado dos efeitos indiretos do clima sobre a diversidade de animais, através de suas influências sobre a vegetação, fontes de recursos e abrigos (ANDREWS & O'BRIEN, *op. cit.*).

A caracterização do uso do habitat através da estrutura da vegetação apresenta-se como um fator importante na determinação da estrutura da comunidade de mamíferos dentro e entre tipos de habitats, e através de diversas escalas espaciais (WILLIAMS *et al.*, 2002). No entanto, uma caracterização climática, preferencialmente na mesma escala e simultânea, permite uma melhor avaliação dos padrões observados. Os animais muitas vezes escolhem seus abrigos a fim de manter a regulação térmica e a umidade favoráveis, além de proteção contra o vento e as chuvas (GEIGER, 1966). A escolha de diferentes condições climáticas, além de possivelmente refletir diferenças de tolerância fisiológica da espécie, também demonstra a preferência por características específicas da vegetação (MARTIN, *op. cit.*).

Cada espécie pode preferir uma ou mais escalas de habitat, dependendo do tamanho e do comportamento do animal, mas independente da escala de estudo o objetivo será encontrar padrões ou gradientes de variação que indiquem quais características do ambiente explicam a presença ou não de uma determinada espécie. A distribuição das espécies ao longo de gradientes vegetacionais ou climáticos em pequenas escalas, quando apresentam padrões similares aos observados em escalas geográficas, permitem que as mudanças no uso do habitat local sejam extrapoladas para escalas maiores (ROOT & SCHNEIDER, 1995).

O objetivo deste trabalho é caracterizar a preferência de habitat através de dois tipos de variáveis, microclimáticas e de microhabitat, que caracterizam o ambiente

imediatos dos pequenos mamíferos presentes na área de estudo. Nem todas as espécies capturadas obtiveram número amostral suficiente para as análises, portanto, apenas três espécies foram analisadas e estão brevemente descritas a seguir.

*Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826

É uma espécie vagante sem populações locais (GENTILE & CERQUEIRA, 1995). *D. aurita* é omnívoro com a alimentação rica em invertebrados e frutas (SANTORI *et al.* 1996; FREITAS *et al.*, 1997). Passam a maior parte do tempo no chão da floresta, mas também chegam a utilizar o dossel ou o sub-bosque (CERQUEIRA *et al.*, 1990; CUNHA & VIEIRA, 2002).

*Marmosops incanus* Lund, 1840

*M. incanus* é omnívoro, com dieta rica em insetos (FONSECA *et al.* 1996). É uma espécie arbórea que se desloca principalmente através do sub-bosque (CUNHA & VIEIRA, 2002).

*Metachirus nudicaudatus* Desmarest, 1817

Indivíduos de *M. nudicaudatus* são exclusivamente terrestres e solitários (FLECK & HARDER, 1995). *M. nudicaudatus* é insetívoro embora também coma frutos, e está mais associado à microhabitats de sub-bosque mais fechado, que lhes oferece maior proteção (SANTORI *et al.*, 1996; GENTILE, 1996; FREITAS *et al.*, 1997).

## 3.2. Materiais & Métodos

Na área de estudo estão montadas três grades de 0,64 hectares (A,B,C) com 25 pontos cada, sendo os pontos distantes 20m entre si, em altitudes diferentes de 748m, 652m e 522m, respectivamente. (ver mais detalhes em Área de Estudo)

Foi feita a medição bimensal durante um ano (Outubro e Dezembro de 2001, Fevereiro, Abril, Junho, Agosto e Outubro de 2002) das variáveis microclimáticas, com a coleta de dados durante cinco noites consecutivas, e da estrutura da vegetação; sempre simultâneas às excursões de captura-marcação-recaptura das espécies de pequenos mamíferos. As capturas foram feitas no chão da floresta, com armadilhas do tipo Sherman (7,62cm x 9,53cm x 30,48cm) e Tomahawk pequena (40,64cm x 12,70cm x 12,70cm) colocadas em todos os pontos da área de estudo. No entanto, entre todos os dados coletados (microclima, microhabitat e presença/ ausência das espécies) só foram utilizados os dados de nove pontos de cada grade (1/5/7/9/13/17/19/21/25), devido restrições do delineamento amostral microclimatológico (ver Capítulo 1).

### 3.2.1. Breve Descrição das Características Microclimáticas e da Estrutura da Vegetação nas Grades da Área de Estudo

Na variação temporal das características de microhabitat e microclimáticas podem-se separar alguns aspectos principais na área de estudo. A dinâmica dessas alterações dá-se da seguinte forma: (1) a cobertura de folhiço diminui durante o período seco; (2) o dossel exerce grande influência sobre o crescimento e diversidade do sub-bosque, já que quando aumenta reduz a entrada de luz, alterando as condições microclimáticas locais. Portanto, o dossel diminui no período seco, favorecendo o aumento da cobertura de herbáceas e

lenhosas e do sub-bosque em geral; (3) as amplitudes das variáveis do microclima (temperatura, umidade e luminosidade) são maiores na estação chuvosa, portanto as flutuações diárias dessas variáveis são mais suaves na estação seca.

A variação espacial na área de estudo sofre grande influência do gradiente altitudinal e da topografia acidentada da região.

A grade A tem uma estrutura do ambiente mais estável que as demais grades, o que influencia a distribuição das variáveis microclimáticas. É a grade com maior amplitude entre temperaturas máxima e mínima e com distribuição espacial da umidade mais estável. As temperaturas máximas são menores e a umidade relativa maior nessa grade.

A grade B apresenta os valores intermediários das variáveis do microclima por estar entre as outras duas grades no gradiente de altitude. Além disso, é uma área marcada por uma maior heterogeneidade estrutural demonstrada pela instabilidade da distribuição espacial da umidade, que parece ser afetada pela presença do rio nos seus arredores.

A grade C apresenta as maiores temperaturas médias e mínimas, além da menor umidade, resultado do gradiente altitudinal. É semelhante à grade B quanto à maior heterogeneidade estrutural já que apresenta características semelhantes de extinção de luz e uma distribuição espacial da umidade também mais instável.

### 3.2.2. Variáveis do Microclima e Microhabitat

Os métodos utilizados para a coleta de dados microclimáticos e de estrutura da vegetação dessa etapa do trabalho, já foram descritos em detalhe anteriormente (ver Capítulo 2).

O modelo de preferência de microhabitat foi calculado para as espécies com um mínimo de dez capturas, considerando-se apenas a primeira captura do indivíduo em cada

ponto. Foram 13 as variáveis utilizadas para os cálculos de preferência e estão citadas na Tabela 3.1 a seguir.

Tabela 3.1. Variáveis de habitat utilizadas para o cálculo dos modelos de preferência das espécies.

Variáveis de Habitat	SIGLA
<i>Microclima</i>	
Temperatura média (°C)	TMED
Temperatura máxima (°C)	TMAX
Temperatura mínima (°C)	TMIN
Umidade relativa média (%)	URMED
Luz média ( <i>lumens</i> )	LUZMED
<i>Estrutura da Vegetação</i>	
Cobertura de caules herbáceos e lenhosos	CHL
Cobertura de folhijo	FOL
Cobertura de pedras	PEDR
Cobertura do dossel	DOSSEL
Obstrução foliar 1 (0,00-0,50m)	OFV1
Obstrução foliar 2 (0,50-1,00m)	OFV2
Obstrução foliar 3 (1,00-1,50m)	OFV3
Número de troncos caídos	TRONC

### 3.2.3. Análise dos Dados

Utilizou-se a regressão logística para associar a presença da espécie de pequeno mamífero às características de microhabitat. A regressão logística é uma modificação da regressão múltipla, onde a variável dependente (y) é categórica e toma um de somente dois valores (0 ou 1), e as características independentes (x) podem ser contínuas ou categóricas (JAMES & MCCULLOCH, 1990), sendo que nesse trabalho correspondem às variáveis do habitat (microclima e microhabitat) medidas segundo o método descrito nos capítulos 1 e 2.



A equação do modelo de regressão logística é o seguinte:

$$Y = \exp (\beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_n * X_n)$$

onde,  $\beta_0$  é o termo constante e  $\beta_n$  são os coeficientes das variáveis  $X_n$ . Portanto, para cada espécie de pequeno mamífero foi calculada uma equação usando as características de microhabitat medidas em todas as sessões de captura. A equação foi estimada pelo modo passo a passo (*stepwise*) com tolerância de 0,10.

Os modelos de preferência encontrados foram testados retirando-se um mês do período de coleta por vez e recalculando o modelo de preferência através da regressão logística. A partir dos diversos modelos obtidos calcula-se a probabilidade de ocorrência para cada ponto, utilizando o modelo calculado sem um mês, no respectivo mês retirado. Esse cálculo é a função da probabilidade de seleção de recursos descrita em Manly *et al.* (1993), como segue abaixo:

$$w^*(x) = \frac{\exp (\beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_n * X_n)}{1 + \exp (\beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_n * X_n)}$$

onde  $w^*(x)$  é a probabilidade de ocorrência para um período de seleção.

Posteriormente, as probabilidades de ocorrência para cada ponto calculadas com os modelos de cada espécie são separadas em classes (0 – 25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%). É utilizado o teste Chi-quadrado (ZAR, 1996) para comparar as frequências encontradas com as capturas reais. Portanto, foram consideradas as frequências de captura calculadas esperadas e a presença das espécies observadas.

Para finalizar foi feita a Correlação de Spearman entre a população de cada espécie por mês e por grade em cada sessão de captura, e, as variáveis do microclima. Essa análise considera que os dados foram coletados em ordem cronológica, portanto foi feita a

correlação entre as variáveis no período e com defasagem de até quatro meses (porque as coletas são bimensais), a fim de detectar se a variação do clima da coleta anterior está influenciando a população daquela espécie nos meses seguintes. As variáveis do microclima utilizadas nessa análise foram: TMED, URMED, LUZMED e TAMP (amplitude entre as temperaturas máxima e mínima). Já o tamanho da população foi estimado pelo método MNKA (KREBS, 1966), que é dado pelo número de indivíduos capturados em  $i$  ( $n_i$ ) mais o número de indivíduos capturados antes e depois de  $i$ , mas não vistos em  $i$  ( $Z_i$ ).

$$MNKA = (n_i) + (Z_i)$$

Onde:

$n_i$  = número de indivíduos capturados no tempo  $i$

$Z_i$  = número de indivíduos capturados antes e depois de  $i$  mas não vistos em  $i$

Finalmente, foram feitas curvas da flutuação das populações das espécies estudadas a fim de compará-las com o microclima descrito para as grades (ver Capítulo 2) e a precipitação mensal, que variou entre 422mm em Dezembro de 2001 e 6,5mm em Junho de 2002 (ver Área de Estudo).

### 3.3. Resultados

As medidas de habitat foram feitas nas três grades durante sete sessões de captura (Outubro e Dezembro de 2001, e Fevereiro, Abril, Junho, Agosto e Outubro de 2002). A comparação das características do microhabitat e microclima dos pontos onde os pequenos mamíferos estavam presentes com aqueles onde estavam ausentes nos permite determinar qual a preferência de habitat desses animais. Ou seja, se houver diferença na estrutura do habitat dos pontos onde houve captura e aqueles sem captura de uma certa espécie, isso pode ser interpretado como resultado da existência de características do habitat que seriam importantes para determinar a ocorrência daquela espécie.

As espécies capturadas entre Outubro de 2001 e Outubro de 2002, em nove pontos de cada grade, foram os roedores *Trinomys iheringi* (1) e *Rhipidomys sp.*(2), e os marsupiais *Didelphis aurita* (30), *Marmosops incanus* (21), *Metachirus nudicaudatus* (9), *Philander frenata* (8), *Micoureus demerarae* (2) e *Gracilinanus microtarsus* (2). Considerando-se o número mínimo de capturas (10) para o cálculo do modelo, as espécies analisadas foram os marsupiais *Didelphis aurita* - **Did**, *Marmosops incanus* – **Mar** e *Metachirus nudicaudatus* – **Met** (Figura 3.1). Os modelos de preferência de microhabitat obtidos com a regressão logística estão apresentados na Tabela 3.2.



Figura 3.1. Fotos das três espécies de pequenos mamíferos estudadas.  
(1) *Marmosops incanus* (2) *Metachirus nudicaudatus* (3) *Didelphis aurita*

Tabela 3.2. Modelos de preferência de habitat das três espécies de marsupiais obtidos na regressão logística das variáveis microclimáticas e de microhabitat.

Espécie	n	Modelo	Predictibilidade
<i>D. aurita</i>	34	$y = -0,00559 + (-0,0126 \cdot \text{LUZ}) + (-0,4367 \cdot \text{OFV1}) + (11,2517 \cdot \text{TRONC})$	69,9%
<i>M. incanus</i>	23	SEM MODELO	-
<i>M. nudicaudatus</i>	12	$y = -4,0899 + (0,6824 \cdot \text{OFV1})$	68,0%

*D. aurita* está associado negativamente à LUZ e OFV1 e positivamente a TRONC, com predictibilidade de 69,9%. *M. incanus* não apresentou modelo de preferência, e, finalmente, *M. mudicaudatus* apresentou associação positiva com OFV1, com 68,0% de predictibilidade. A predictibilidade dos modelos de preferência foi considerada boa.

Na Tabela 3.3 e 3.4 estão apresentados os resultados do teste do modelo de preferência. Na Tabela 3.3 estão os modelos de preferência obtidos quando retirado um mês, apenas para as espécies que apresentaram preferência no modelo geral (*D. aurita* e *M. mudicaudatus*). Já na Tabela 3.4 estão os resultados do teste Chi-Quadrado entre as frequências de captura calculadas esperadas e a presença das espécies observadas.

*D. aurita* foi a espécie que apresentou maior concordância e maior estabilidade no teste do modelo. Por outro lado, *M. mudicaudatus* apresentou uma concordância menor, principalmente nas duas categorias de frequência mais altas. No entanto, se observarmos na Tabela 3.3 os modelos encontrados para *M. mudicaudatus* apresentaram preferência para OFV1 em todas as regressões, enquanto *D. aurita* apresentou em cada mês retirado um modelo de preferência distinto, apesar de em ambas as espécies a predictibilidade dos modelos serem semelhantes.

Tabela 3.3. Modelo de preferência de habitat de *D. aurita* e *M. nudicaudatus* quando retirado um mês de coleta de dados.

Espécie	Mês retirado	N	Modelo	Predictibilidade
<i>D. aurita</i>	Out01	28	$y = -5,9795 + (0,3211 \cdot TMED) + (-0,0138 \cdot LUZ) + (-0,5761 \cdot OFV2)$	70,0%
	Dez01	30	$y = -0,0820 + (-0,0147 \cdot LUZ) + (0,1426 \cdot CHL) + (-0,6453 \cdot OFV1)$	70,1%
	Fev02	29	$y = -1,1732 + (-0,0126 \cdot LUZ) + (13,0004 \cdot TRONC)$	66,6%
	Abr02	26	$y = -1,1235 + (-0,0111 \cdot LUZ) + (-0,5018 \cdot PEDR) + (12,0566 \cdot TRONC)$	69,5%
	Jun02	30	$y = -1,2079 + (-0,0115 \cdot LUZ) + (12,5580 \cdot TRONC)$	64,5%
	Ago02	31	$y = -0,1551 + (-0,0111 \cdot LUZ) + (-0,4564 \cdot OFV2) + (12,1576 \cdot TRONC)$	68,1%
	Out02	30	$y = -3,5840 + (0,2485 \cdot TMIN) + (-0,0187 \cdot LUZ) + (-0,6016 \cdot OFV1) + (15,2674 \cdot TRONC)$	75,2%
<i>M. incanus</i>	Out01-Out02		SEM MODELO	-
<i>M. nudicaudatus</i>	Out01	12	$Y = -3,9991 + (0,6855 \cdot OFV1)$	68,1%
	Dez01	11	$y = -4,6510 + (0,8542 \cdot OFV1)$	73,4%
	Fev02	10	SEM MODELO	-
	Abr02	9	$y = 4,2475 + (0,7286 \cdot OFV1)$	69,2%
	Jun02	7	SEM MODELO	-
	Ago02	12	$y = 4,1362 + (0,7278 \cdot OFV1)$	66,8%
	Out02	11	$y = 4,2689 + (0,7295 \cdot OFV1)$	68,9%

Tabela 3.4. Teste do modelo de preferência de habitat de *D. aurita* e *M. nudicaudatus*, teste Chi-quadrado para cada categoria de frequência.

Espécie	0-25%	26-50%	51-75%	76-100%
<i>D. aurita</i>	$\chi^2 = 97,49$	$\chi^2 = 106,67$	$\chi^2 = 186,61$	$\chi^2 = 0,0$
	$p < 0,0$	$p < 0,0$	$p < 0,0$	$p < 0,0$
<i>M. nudicaudatus</i>	$\chi^2 = 3,17$	$\chi^2 = 23,61$	$\chi^2 = 0,0$	$\chi^2 = 0,0$
	$P < 0,52$	$p < 0,0$	$p < 1,00^*$	$p < 1,00^*$

\* $p > 0,95$

Na correlação de Spearman só foram significativas as correlações de *M. incanus* para TMED ( $R = -0,59$ ,  $p < 0,05$ ) no período, e URMED defasado de quatro meses ( $R = 0,45$ ,  $p < 0,05$ ), já que as coletas são bimensais.

As flutuações das populações das três espécies de pequenos mamíferos avaliadas estão na Figura 3.2. *D. aurita* está presente o ano todo nas três grades com os maiores índices nas grades A e C, sem nenhum padrão claro de flutuação. Já *M. incamus* só aparece na grade C na época da seca (junho, agosto e outubro), está presente durante todo o ano na grade A e na grade B exceto no mês de dezembro. Além disso, seus picos populacionais também estão concentrados na época mais seca que equivale a estação reprodutiva dessa espécie (Joana Macedo - *comunicação pessoal*). Finalmente, *M. nudicaudatus* está presente durante todo o ano na grade C, mas quase ausente das grades A e B, só aparecendo nessas áreas entre o final da estação seca (abril) e seu auge (junho).

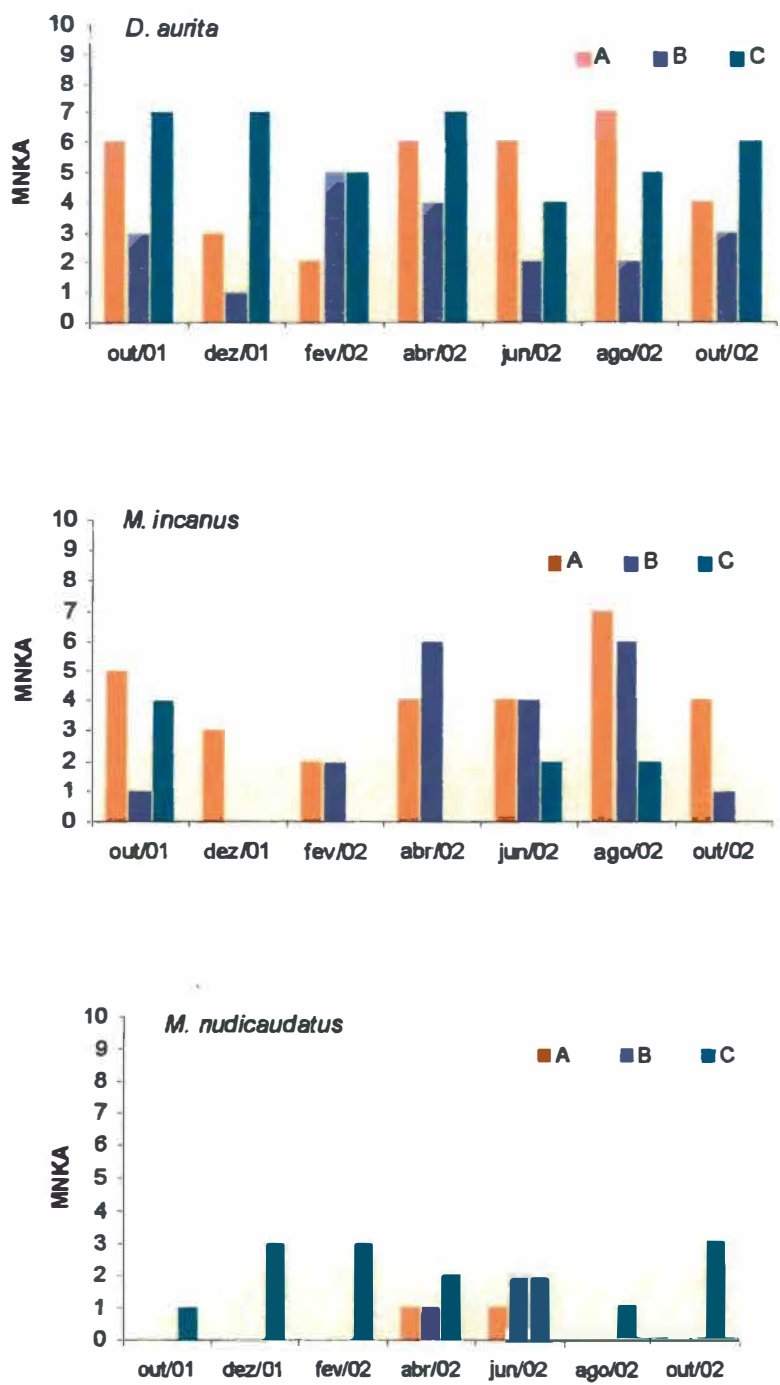


Figura 3.2. Flutuação das populações pelo MNKA, das três espécies de pequenos mamíferos nas grades A, B e C durante o período de estudo.



### 3.4. Discussão

Quando as alterações do ambiente afetam as funções vitais do indivíduo, elas podem modificar a densidade da espécie mesmo quando as interações intra ou inter-específicas são fortes (FOX & MORIN, 2001).

Os pequenos mamíferos arbóreos, frugívoros e insetívoros são fortemente correlacionados com a riqueza de espécies vegetais (função das características estruturais e climáticas do local), com a maioria dos aspectos climáticos, produtividade e variáveis associadas à água (ANDREWS & O'BRIEN, 2000). Nesse trabalho, alguma das correlações indiretas com o clima e diretas com o microhabitat foram confirmadas.

O habitat de *Didelphis aurita* caracterizou-se por uma vegetação mais aberta entre 0,00m e 0,50m, uma menor luminosidade, ou seja, um dossel mais fechado, e por troncos caídos. Portanto, *D. aurita* está presente em áreas de sub-bosque pouco desenvolvido ou inexistente. Sua distribuição local mais ampla, mantendo populações em todas as grades durante todo o período de estudo, indicam uma generalização da preferência dessa espécie. A não exigência de sub-bosque poderia explicar como este animal pode ocorrer em áreas desmatadas ou urbanizadas, com pouca vegetação rasteira. Embora o teste do modelo de preferência tenha apresentado uma alta concordância, o que indicaria uma espécie especialista, se considerarmos muitos dos outros resultados conhecidos da espécie (ver CERQUEIRA, 2000), esse resultado parece apenas um reflexo da diversidade de variáveis preferidas. Já a estabilidade do modelo indica a boa capacidade de manutenção da espécie na área estudada.

A presença de *Metachirus nudicaudatus* está associada a um sub-bosque desenvolvido, principalmente próximo ao chão da floresta (0,00 – 0,50m). Esse resultado concorda com o trabalho de Gentile (1996) que encontrou uma associação positiva entre

volume de vegetação, ou um sub-bosque desenvolvido, e essa espécie. Em Freitas *et al.*(1997), o padrão encontrado na restinga foi semelhante. *M. nudicaudatus* também preferiu um microhabitat caracterizado por uma vegetação mais fechada acima de 1m de altura. Grelle (1996) encontrou, novamente, uma associação positiva do volume médio da vegetação e da obstrução no estrato superior com a abundância dessa espécie. Portanto, assim como nos trabalhos citados anteriormente, por ser uma espécie essencialmente terrestre que se alimenta e faz seus ninhos no chão da floresta essa preferência por áreas de floresta mais fechadas parece estar relacionada à proteção.

Sua distribuição local mostra-se a mais restrita entre os marsupiais estudados, pois essa espécie parece só ocupar as áreas de maior altitude (grades A e B) quando chega o período seco. *M. nudicaudatus* parece preferir, durante a maior parte do ano, a grade C, que apresenta temperaturas mais altas e menor umidade relativa. O curto período em que essa espécie aparece nas três grades pode indicar a necessidade de um aumento na área de forrageamento nas épocas de maior escassez de recursos, além de coincidir com a época onde termina a estação reprodutiva e, conseqüentemente, há um aumento na população (GRELLE, *op. cit.*). Portanto, uma menor concordância no teste do modelo de preferência indica uma menor seletividade dessa espécie, que é conhecida pela ampla área de vida (GENTILE & CERQUEIRA, 1995). Já a menor estabilidade do modelo, se compararmos com o resultado de *D. aurita* pode estar refletindo essa distribuição mais restrita da espécie dentro da área estudada.

*Marmosops incanus* é uma espécie essencialmente arborícola que desce eventualmente ao chão, pois segundo Cunha & Vieira (2002) essa espécie se desloca preferencialmente através do sub-bosque. No entanto, alguns indivíduos fazem seus ninhos em buracos no chão da floresta, embora, a maioria das tocas sejam encontradas em troncos de árvores (Diogo Loretto - *comunicação pessoal*). O modelo de preferência não mostrou

relação com nenhuma das variáveis propostas, considerando-se que a ênfase do trabalho é a avaliação da heterogeneidade espacial horizontal e não vertical.

Por outro lado, *M. incamus* foi a única espécie que mostrou correlação com as variáveis microclimáticas, temperatura e umidade, o que parece estar relacionado ao seu ciclo anual de vida bastante estável, com uma única fase reprodutiva ao longo da vida e registrada na época mais seca (Joana Macedo - *comunicação pessoal*). Portanto, as alterações na temperatura e conseqüentemente na umidade são fatores essenciais que indicam as fases do ciclo de vida bem marcado dessa espécie. Já a resposta defasada à influência da umidade pode ser interpretada como uma resposta direta da espécie às alterações na estrutura da vegetação entre os períodos chuvoso e seco, onde a umidade atuaria indiretamente como o fator responsável por essas alterações na estrutura do ambiente. Quanto à distribuição local desse marsupial, a espécie parece preferir as áreas de maior altitude (grades A e B), que apresentam temperaturas mais baixas e maior umidade relativa.

Este trabalho cobriu um tempo curto com tamanhos de amostra pequenos. No entanto, os resultados indicam uma relação entre as condições de habitat e a distribuição local dos animais, e estudos de longo prazo podem vir a esclarecer estas relações.

### 3.5. Conclusões

Os padrões de preferência das espécies animais desse trabalho foram demonstrados através dos aspectos físicos do ambiente, no entanto, não foi possível discutí-los sem levar em conta as influências compartilhadas e relações entre os fatores abióticos descritos e os bióticos das espécies estudadas. Isso indica a necessidade de trabalhos que vençam o desafio de incorporar em suas análises o conjunto desses fatores dependentes e independentes de densidade, que estão inevitavelmente relacionados.

✓ *Didelphis aurita* adapta-se bem à vegetação mais aberta entre 0,00m e 0,50m, menor luminosidade, ou seja, um dossel mais fechado, e presença de troncos caídos. Sua distribuição local mais ampla, mantendo populações em todas as grades durante todo o período de estudo, indicam uma generalização da preferência dessa espécie, e os resultados também indicaram a boa capacidade de manutenção da espécie na área estudada.

✓ *Metachirus nudicaudatus* está associado a um sub-bosque desenvolvido, principalmente próximo ao chão da floresta (0,00 – 0,50m), concordando com diversos trabalhos com preferência de microhabitat dessa espécie. Além disso, essa espécie parece preferir as áreas que apresentam temperaturas mais altas e menor umidade relativa, além de terem apresentado uma menor capacidade de manutenção local, de acordo com sua distribuição na área de estudo.

✓ *Marmosops incanus* não mostrou relação com nenhuma das variáveis propostas para o modelo, considerando-se que a ênfase do trabalho é a avaliação da heterogeneidade espacial horizontal e não vertical. No entanto, foi a única espécie que mostrou correlação com as variáveis microclimáticas, temperatura e umidade, o que parece estar relacionado ao seu ciclo anual de vida bastante estável, onde as alterações na temperatura e

conseqüentemente na umidade são fatores essenciais que indicam as fases do ciclo de vida bem marcado dessa espécie. Observou-se também pela distribuição local desse marsupial que a espécie parece preferir as áreas de maior altitude, que apresentam temperaturas mais baixas e maior umidade relativa.

### 3.6. Referências Bibliográficas

ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, B.C. **The distribution and abundance of animals**. Chicago & London: University of Chicago Press., 1954. 782p.

ANDREWS, P.; O'BRIEN., E.M. **Climate, vegetation, and predictable gradients in mammal species richness in southern Africa**. Journal of Zoology (Lond.), v. 251, p. 205-231, 2000.

CERQUEIRA, R. **Determinação de distribuições potenciais de espécies**. In: Peres-Neto, P.R.; Valentin, J.L.; Fernandez, F.A.S. (eds.). Tópicos em tratamento de dados biológicos - Oecologia brasiliensis. Vol. 2. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, UFRJ, 1995. 161p.

CERQUEIRA, R.. **Ecologia funcional de mamíferos numa restinga do Estado do Rio de Janeiro**. In: F.A. Esteves & L.D. Lacerda (eds.) Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras. Macaé, Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 2000. p. 189-212.

CERQUEIRA, R.; FERNANDEZ, F.A.S.; NUNES, M.F.Q.S. **Mamíferos da restinga de barra de Maricá**. Papéis Avulsos em Zoologia (S. Paulo), v. 37, p. 141-157, 1990.

CUNHA, A.A.; VIEIRA, M.V. **Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic Forest of Brazil**. Journal of Zoology, v. 258, p. 419-426, 2002.

FLECK, D.W.; HARDER, J.D. **Ecology of marsupials in two Amazonian rain forests in northeastern Peru**. Journal of Mammalogy, v. 76, n.3, p. 809-818, 1995.

FREITAS, S.R.; ASTÚA DE MORAES, D.; SANTORI, R.T.; CERQUEIRA, R. **Habitat preference and food use by *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae) in a restinga forest at Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Biologia, v. 57, p. 93-98, 1997.

FONSECA, G.A.B.; HERRMANN, G.; LEITE, Y.L.R; MITTERMEIER R.A.; RYLANDS, A.B.; PATTON, J.L. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil.** Occ. Pap. Conserv. Biol., v. 4, p. 1-38, 1996.

FOX, J.W.; MORIN, P.J. **Effects of intra- and interespecific interactions on species responses to environmental change.** Journal of Animal Ecology, v. 70, p. 80-90, 2001.

GEIGER, R. **The climate near the ground.** Cambridge: Harvard University Press., 1966.

GENTILE, R.; CERQUEIRA, R. **Movement patterns of five species of small mammals in a Brazilian restinga.** Journal of Tropical Ecology, v. 11, p. 671-677, 1995.

GENTILE, R. **Dinâmica de populações, comparação entre estimadores populacionais e efeitos da estrutura do habitat em uma comunidade de pequenos mamíferos de uma área rural, Município de Sumidouro, RJ.** 146f. Dissertação de mestrado, Departamento de ecologia, UFRJ, Rio de Janeiro, 1996.

GRELLE, C.E.V. **Análise tridimensional de uma comunidade de pequenos mamíferos.** 64f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte, 1996.

JAMES, F.C.; MCCULLOCH., C.E. **Multivariate analysis in ecology and systematics: Panacea or Pandora's box ?.** Annual Reviews in Ecology and Systematics, v. 21, p. 129-166, 1990.

KREBS, C.J. **Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*.** Ecological Monographs, v. 36, p. 239-273, 1966.

MANLY, B.; MCDONALD, L.; THOMAS, D. **Resource selection by animals.** London: Chapman & hall, 1993.

MARTIN, T.E. **Abiotic vs. Biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts.** Ecology, v. 82, p. 175-188, 2001.

MORRIS, D.W. **Ecological scale and habitat use.** Ecology, v. 68, p. 362-369, 1987.

ROOT, T.L.; SCHNEIDER, S.H. **Ecology and climate: research strategies and implications.** Science, v. 269, p. 334-340, 1995.

SANTORI, R.T.; ASTÚA DE MORAES, D.; CERQUEIRA, R. **Diet composition of *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Marsupialia, Didelphoidea) in Southeastern Brazil.** Mammalia, v. 59, n. 4, p. 511-516, 1995.

SHANKER, K. **The role of competition and habitat in structuring small mammal communities in a tropical montane ecosystem in southern India.** Journal of Zoology (Lond.), v. 253, p. 15-24, 2000.

WILLIAMS, S.E.; MARSH, H. **Changes in small mammal assemblage structure across a rain forest/open forest ecotone.** Journal of Tropical Ecology, v. 14, p. 187-198, 1998.

WILLIAMS, S. E.; MARSH, H.; WINTER, J. **Spatial scale, species diversity, and habitat structure: small mammals in australian tropical rain forest.** Ecology, v. 83, n. 5, p. 1317-1329, 2002.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** 3<sup>rd</sup> ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

ZIV, Y. **On the scaling of habitat specificity with body size.** Ecology, v. 81, n. 10, p. 2932-2938, 2000.